This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
621.36305
QST
v. 11

ENGINEERING

ALTGELD HALL ANNEX

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

1930? T.O. 70-71 TNC Ed — Table Index

SUPPLÉMENT AU Nº 84 DE " RADIO-ÉLECTRICITÉ ET Q. S. T. FRANÇAIS RÉUNIS "

TABLES CHRONOLOGIQUES
ET PAR NOMS D'AUTEURS DES MATIÈRES
DE
" RADIO-ÉLECTRICITÉ & Q. S. T. FRANÇAIS RÉUNIS "

●

A

	Nº
AINDRET. Les amplificateurs de puissance sur secteur	71
AUVIN (Général). Biographies : Ampère	76
Galvani et Volta	78
Ohm	79
Coulomb	81

B

BARTHELEMY. Théorie des changeurs de fréquence	72
Les lampes secteur	75
BARRE Jean. Les redresseurs secs	71
Les amplificateurs haute fréquence	73
Communications entre la France et l'Algérie	74
Les relais	75
Les moteurs électriques	77
Redresseurs de puissance	79
Les câbles souterrains à haute tension	80
BRUN. Les accumulateurs électriques 75	80
BERCHE. Les haut-parleurs électrodynamiques	79
BLANC P. Les haut-parleurs	77
BELLY. Les réseaux électriques en Algérie	75

C

CARTIER (Général). Causeries radiophoniques	70
Critique des théories modernes	71
Le magnétisme terrestre et les taches solaires	72
Aimants et champs magnétiques	73
Un problème d'astronomie	74
L'éther de Maxwell	75
Au sujet des champs	76
Au sujet de certaine théorie moderne	77
Au sujet du condensateur	78
Les phénomènes de propagation, réponse à des objections	79
Qu'est-ce qu'une quantité d'électricité?	80
CHAUVEAU. Les appareils auto-alarm.	70
CUIN R. La détection de puissance	78
Les amplis de gramophone, quelques suggestions	79
COLOMBIER Docteur du. La diathermie à ondes entretenues.	77
Applications chirurgicales	79

D

	Nº
DOUCET Y. Etude élémentaire des changeurs de fréquence 71	74
DELATOUR J. P. Le belinographe	76
DELFOSSE. Deux nouveaux haut-parleurs électrodynamiques	70
DUSAILLY. Vers la téléphotographie	79
Les cellules photoélectriques	80
DOUCET Y. Les parasites atmosphériques	76

E

ETIENNE G. Equipement électrique des avions	76
Equipement T. S. F. des avions	77
Installations électriques des aéroports	78
Equipement électrique des lignes aériennes	79
Phares et balisage à grande portée	81

F

FABER. Brevets 79 72 73 75	78
FORGE Léon de la. La station de Brookman's Park	70
Le Prix Nobel. Le professeur O. W. Richardson	71
La télévision en Grande-Bretagne	72
10 ans d'études du Radio Research Board	74
Les grandes heures de la radio	72
Routes aériennes impériales britanniques et T. S. F.	81

G

GRANIER. Propriétés électriques des gaz ionisés	70
Graphiques et imaginaires	73
La machine à courant continu	74
Bobines selfs et transformateurs	74
Ce qu'on peut faire avec un milli	75
Les Colloïdes.	78
Les électromètres	79
Propagation de l'électricité dans un fil	81
Energie et puissance	81
Omission : Equation de dimensions	76
Mesures de perméabilité	77
GRAMMER. Ecoute des ondes courtes par changement de fréquence	80
Emetteur à réglage unique	81

Digitized by Google

K

N°

KIRILOFF. Emission secondaire dans les lampes 71
Gaz dans les lampes thermoioniques 74

L

LEPESQUEUR. Le super BGP Noël 29 70
Le 3 LM 71 71
Le bloc OC 72 72
Le SS 74 74
Projet de redresseur 75
LEVY. Radio-Nations 72
L'HOPITAULT Louis. Hétérodyne de mesure et applications 73
LEROQUE. Considérations financières et économiques sur l'industrie électrique en France 77
Les actions à vote plural 78
Réévaluation des bilans 80
LIPOUG. Phono et pick-up 78
Revue des pick-up 79 81

M

MICHEL. Le froid 73 75
La conservation des œufs 76
Le froid et les industries du lait 77
Le froid et la conservation des fruits et des fleurs 78
Le froid et la pêche maritime 79
Le froid et le transport des denrées périssables 80
MARTIAL. Calcul facile des impédances par la méthode graphique 81

O

OLINET. Rendement d'un oscillateur à lampes 71
Action d'un courant quelconque sur un circuit oscillant 71
Sur un redresseur pour tension plaque..... 71
Les accumulateurs. 74
Théorie d'un nouveau système d'amplification 74
Le problème des enrou'ements 75
Réflexions sur l'alimentation secteur 75

P

N°

PAGES. Principes de l'éclairage 77
Phares et projecteurs 78 79 81
PLANES PY. Le Mesny. 70
Sur la réalisation des émetteurs 71
Note sur la modulation plaque 73
Ondemètre hétérodyne à grande capacité 74
Un récepteur pour les bandes 10, 20, 40, 80.... 75 76
Emetteur récepteur 10 watts 78
PEPINSTER. L'automobile et l'électricité. 77
L'ampli microphonique d'amateur 77
Défaillance des magnétos 78
Quelques nouveautés en attendant le Salon 80
PIERRE. Antenne C. M. 75

R

RICHARDSON. Résultats remarquables obtenus avec des détecteurs à cristaux. 79
RICQ. Les cathodes 75 77

S

SURCHAMP. Tour d'Europe radiophonique..... 70
A propos du centenaire : Radio-Belgique 74
L'Europe radiophonique au début de 1930 74
La T. S. F. en Amérique et ailleurs 76 77
A travers les studios 80

T

TAILLIEZ. Etude d'un récepteur de luxe..... 73
Détection par caractéristique de plaque 76 77
TABARD. Téléphonie automatique expliquée 77
Problèmes de navigation sous-marine 79 80
Câbles sous-marins 80
TEYSSIER. Le sténode radiostat 78

V

VIVIE. Le film sonore (s. et f.) (voir n° 65-68) 70 71
Appareils, méthodes et formules de mesure (Voir N°s 62, 64, 65, 66, 68) 70 72

TABLE CHRONOLOGIQUE DES MATIÈRES DE RADIO-ÉLECTRICITÉ & Q.S.T.

(ANNÉE 1930)

N° 70. — Janvier 1930

Pages

Causeries radiophonées (Gl. CARTIER) 3
Propriétés diélectriques des gaz ionisés (J. GRANIER) 5
Les appareils Auto-Alarm (M. CHAUVEAU) 9
Le film sonore (s. et f.) (J. VIVIÉ) 17
Appareils, méthodes et formules de mesures (J. VIVIÉ) .. 19
Le Mesny (A. PLANÈS PY) 24
Tour d'Europe radiophonique (A. SURCHAMP) 28
Le super B. G. P. Noël 29 (R. LEPESQUEUR) 33
La station de Brookman's Park (L. DE LA FORGE) 36
Deux nouveaux haut-parleurs électrodynamiques (H. DELFOSSE) 39
Chez les constructeurs 42
Conseils d'un bricoleur 44
A travers la presse étrangère 46
Les brevets (Ch. FABER) 50
Contrôle à distances des fréquences des stations ém. 53

N° 71. — Février 1930

Critique de quelques théories modernes (Gl. CARTIER) 3
Le Prix Nobel, le prof. O. W. Richardson (L. DE LA FORGE) 6
Le rendement d'un oscillateur à lampes (P. OLINET) 9

Digitized by Google

Pages

Etude élémentaire des changeurs de fréquence (Y. DOUCET) 23
Appareils, formules et méthodes de mesure (J. VIVIÉ) 27
L'émission secondaire dans les lampes (A. KIRILOFF) 33
Sur la réalisation des émetteurs (A. PLANÈS PY) 40
Les amplificateurs de puissance sur secteur (R. ALINDRET) 43
Les redresseurs secs (J. BARRÉ) 46
Le 3 L. M. 71 (R. LEPESQUEUR) 57

N° 72. — Mars 1930

Le magnétisme terrestre et les taches solaires (Gl. CARTIER) 2
Appareils, méthodes et formules de mesure (J. VIVIÉ) 3
Note sur l'action d'un courant quelconque sur un circuit oscillant (P. OLINET) 6
Sur un redresseur pour tension plaque (P. OLINET) 12
Une théorie des changeurs de fréquence (R. BARTHÉLEMY) 25
La télévision en Grande-Bretagne (L. DE LA FORGE) 29
Tour d'Europe radiophonique (A. SURCHAMP) 33
Le bloc S. O. C. 72 (R. LEPESQUEUR) 38
Radio Nations (A. LÉVY) 42
Conversations radiophoniques 45
A travers la presse étrangère 46
Chez les constructeurs 48
Les brevets 50
Contrôle à distance des stations 52

N° 73. — Avril 1930

Aimants et champs magnétiques (Gl. CARTIER) 2
Les grandes heures de la T. S. F. (L. DE LA FORGE) 6
Etude d'un récepteur de luxe (A. TAILLIEZ) 11
L'hétérodyne de mesure et ses applications (L. L'HOPITAULT) 15
Les amplificateurs haute fréquence (J. BARRÉ) 28
Graphiques et imaginaires (J. GRANIER) 38
Note sur la modulation plaque (A. PLANÈS PY) 45
A travers la presse étrangère 48
Les brevets 50
Contrôle à distance des stations 51

N° 74. — Mai 1930

Le centenaire de l'Algérie 2
Communications télégraphiques entre la France et l'Algérie (J. BARRÉ) 3
Un problème d'astronomie (Gl CARTIER) 6
Les accumulateurs (P. OLINET) 8
La machine à courant continu (J. GRANIER) 10
Etude élémentaire des changeurs de fr. (s.) (Y. DOUCET). 17
Ondemètre-hétérodyne type grande capacité (A. PLANÈS PY) 25
Les gaz dans les lampes thermoioniques (A. KIRILOFF) 27
Théorie d'un nouveau système d'amplification B. F. (P. OLINET). 30
Bobines de self, transformateurs (J. GRANIER) 36
Le S. S. 74 (R. LEPESQUEUR) 40
10 ans d'études du Radio Research Board (LA FORGE) .. 43
A travers la presse étrangère 46
Contrôle à distance des stations 51

N° 75. — Juin 1930

Q. S. T. 1
Des idées... des mots... Q. S. T. Appel à tous 3
A propos du centenaire : Radio-Belgique (A. SURCHAMP) 4
L'Europe radiophonique au début de 1930 (A. SURCHAMP) 6
L'éther de Maxwell (Gl. CARTIER) 8
Activité et conférences de la Sté de télévision britannique 11
Rôle actuel de l'électricité en thérapeutique (P. COLOMBIER) 15
Le problème des enroulements (P. OLINET) 16

Pages

Les accumulateurs électriques (F. BRUN) 19
Les cathodes (J. RICQ) 21
Ce qu'on peut faire avec un milli (J. GRANIER) 24
Réflexions sur l'alimentation secteur (P. OLINET) 28
Les lampes secteur (R. BARTHÉLEMY) 32
Les relais (J. BARRÉ) 37
Un récepteur pour 10, 20, 40, 80 mètres (A. PLANÈS PY) 41
Nos services 44
L'antenne C. M. (M. PIERRE) 45
Les réseaux de distribution électrique en Algérie (A. BILLY) 52
L'accord simultané des circuits multiples (A. TAILLIEZ) .. 54
Le froid (A. MICHEL) 58
Projet d'établissement d'un redresseur de tension plaque (LEPESQUEUR). 60
A travers la presse étrangère 64
Les brevets 66
Contrôle à distance des stations 69

N° 76. — Juillet 1930

Opposition? Non: Complément 1
Des mots pour des idées. 3
La T. S. F. en Amérique (A. SURCHAMP) 4
Ampère (Gl ALVIN) 8
Au sujet des champs (Gl CARTIER) 10
La transmission des images à distance : le Belinographe (J. P. DELATOUR) 13
Electricité 21
Récepteur pour 10, 20, 40, 80 mètres (A. PLANÈS PY) 23
La conservation des œufs (A. MICHEL) 28
Les parasites atmosphériques (Y. DOUCET) 30
Considérations techniques complémentaires des articles de l'antenne 37
La détection par caractéristique de plaque (A. TAILLIEZ) .. 42
Equations de dimensions (J. GRANIER) 45
La cotation linéaire et logarithmique en nomographie (A. BILLY) 50
Equipement électrique des avions (G. ETIENNE) 53
Le moteur d'induction pour phonographe 57
Récepteur SFER 3 lampes 59
Les actions à vote plural la solution actuelle (R. LEROQUE) 60
A travers la presse étrangère 64
Contrôle à distance des stations 69

N° 77. — Août 1930

Pour tous 1
La T. S. F. en Amérique et ailleurs (A. SURCHAMP) 3
Au sujet de certaines théories modernes (Gl CARTIER) 8
La diathermie (Dr. P. COLOMBIER) 11
Les moteurs électriques (J. BARRÉ) 16
Les mesures de perméabilité (J. GRANIER) 21
Détection par caractéristique de plaque (s) (A. TAILLIEZ) 25
Les cathodes thoriées (J. RICQ) 28
L'amplification microphonique et l'émission d'amateurs (J. SAR) 30
Les haut-parleurs (P. BLANC) 33
La téléphonie automatique expliquée (R. TABARD) 39
Le froid et les industries du lait (A. MICHEL) 48
L'équipement T. S. F. à bord des avions (G. ETIENNE) .. 51
Principes de l'éclairage (PAGÈS) 55
L'automobile et l'électricité (E. PEPINSTER) 60
Considérations financières et économiques sur l'industrie électrique en France (R. LEROQUE) 61
Cours du cuivre graphique pour 1929 et 1930 64
A travers la presse étrangère 65
Exposition de T. S. F. de Berlin 1930. 67
Contrôle à distance des stations 68

Digitized by Google

N° 78. — Septembre 1930

	Pages
Il faut qu'une fenêtre soit ouverte ou fermée ou entr'ouverte	1
Galvani et Volta (Gl ALVIN)	3
Au sujet du condensateur (Gl CARTIER)	7
Ce qu'il faut savoir sur le cinéma sonore (R. TABARD)	10
Phono et pick-up (A. LIPOUG)	21
L'aluminium	23
Les actions à vote plural (R. LEROQUE)	26
Les colloïdes (J. GRANIER)	29
La détection de puissance (R. CUIN)	32
Un émetteur récepteur de 10 watts (A. PLANÈS PY)	35
Le sténode radiostat (TEYSSIER)	38
Isolement et protection des transformateurs Allen Johnson et Edwin S. Bundy	41
Sous-station à arc de l'U. R. C. de N. Y. (O. NALF)	45
Petites nouvelles	48
Installations électriques des aéroports (G. ETIENNE)	49
Défaillances des magnétos (E. PEPINSTER)	53
Le froid, conservation des fruits et fleurs (A. MICHEL)	54
Sources lumineuses utilisées en éclairage (PAGÈS)	57
Selfs de choc Dyna	62
Bourse de Paris 15 juillet au 15 août	63
A travers la presse étrangère	64
Les brevets (Ch. FABER)	66
Echos de partout	68
Contrôle à distance des stations	69

N° 79. — Octobre 1930

De quoi demain sera-t-il fait?	1
Ohm (Gl ALVIN)	3
Les phénomènes de propagation, réponses (Gl CARTIER)	6
Les amplificateurs de gramophone : quelques suggestions de montages nouveaux (R. CUIN)	8
Revue des pick-up (A. LIPOUG)	12
La diathermie à ondes entretenues et ses applications chirurgicales (Dr COLOMBIER)	14
Vers la télephotographie (J. DESAILLY)	18
Résultats remarquables obtenus avec les détecteurs à cristaux (W. J. RICHARDSON)	19
Plaidoyer en faveur de la détection grille (P. K. TURNER)	22
Echos de partout	25
Redresseurs de puissance (J. BARRÉ)	26
Les électromètres (J. GRANIER)	32
Le haut-parleur électrodynamique (P. BERCHÉ)	36
L'aluminium dans les lignes électriques aériennes	40
Appareils d'éclairage (PAGÈS)	44
Le froid : la pêche maritime (A. MICHEL)	50
Petites nouvelles	52
Problèmes actuels de navigation sous-marine (R. TABARD)	53
Equipement électrique des lignes aériennes (G. ETIENNE)	59
Bourse de Paris du 10 août au 10 septembre	64
Chez les constructeurs	65
Contrôle à distance des stations	68

N° 80. — Novembre 1930

	Pag
Points de vue sur la théorie	
Attention... lecteurs.	
Qu'est-ce qu'une quantité d'électricité (Gl CARTIER)	
Problèmes actuels de navigation sous-marine (s) (R. TABARD)	
Les câbles sous-marins (R. TABARD)	1
Les câbles souterrains à haute tension (J. BARRÉ)	2
Cellules photo-électriques (J. DUSAILLY)	2
Ecoute des O. C. sur changement de fréquence sur récepteur de broadcasting (J. GRAMMER)	3
Pour entendre les émissions sur O. C.	3
Utilisation des batteries d'accumulateurs (BRUN)	3
Le froid : transport des denrées périssables (A. MICHEL)	4
Phares et projecteurs (PAGÈS)	4
Quelques nouveautés en attendant le Salon (E. PEPINSTER)	5
Véritable super pour toutes longueurs d'onde	5
Secteur ou accumulateurs	5
Salon de la T. S. F. 1930	5
Le VIIe Salon de la T. S. F.	5
Réévaluation des bilans (R. LEROQUE)	6
Bourse de Paris 12 septembre au 8 octobre	6
A travers les studios : les journaux parlés (A. SURCHAMP)	6
Contrôle à distance des stations	7

N° 81. — Décembre 1930

La terre tourne	
Coulomb (Gl ALVIN)	
Propagation de l'électricité dans un fil (J. GRANIER)	
Revue des pick-up (A. LIPOUG)	1
Calcul facile des impédances : méthode graphique (A. MARTIAL)	1
Calcul des selfs à fer	2
Energie et puissance (J. GRANIER)	2
Rayonnement et propagation (L. DE LA PORTE)	2
Aluminium et câbles armés	2
Phares et projecteurs (PAGÈS)	3
Phares et balisage à grande portée (G. ETIENNE)	3
Routes aériennes impériales britanniques et T. S. F. (L. DE LA FORGE)	41
Le cargo *Marie* (DE KORSOUN)	4
Lampes photo-électriques sans filament (M. VON ARDENNE)	4
Valve Ignix (L. LA PORTE)	5
Le redresseur Oxymétal	5
Le repérage par le son (XXX)	5
Petites nouvelles	6
Emetteur à réglage unique (J. GRAMMER)	61
Compte rendu annuel des comités techniques de l'American Institut of Electrical Engineers	65
Pour entendre les émissions sur O. C.	68
Expositions et salons en Europe Centrale (S. PHILIPPE)	69
A travers la presse étrangère	70
Bourse de Paris 15 octobre au 7 novembre	72
Contrôle à distance des stations	74

Digitized by Google

11e Année — N° 70 — JANVIER 1930

RADIOELECTRICITE ET QST FRANÇAIS

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS :	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITÉ :	TÉLÉPHONE :
France et Colonies.. .. .. 70 fr. par an Étranger.. .. .. 100 fr. par an	*53, rue Réaumur, PARIS (2e)*	Richelieu .. .. 88-27 Louvre 03-72

A titre de prime et seulement jusqu'au 28 Février prochain, les abonnements reçus jusqu'à cette date bénéficieront du tarif exceptionnel ci-dessous :

France : 60 fr. par an. — Étranger : 70 fr. par an

Sommaire :

	Pages
Causeries radiophonées (Général CARTIER)	3
Les propriétés diélectriques des gaz ionisés (J. GRANIER, *docteur ès sciences*)	5
Les appareils « Auto-Alarm » à la Conférence sur la sécurité de la vie humaine en mer. Londres. Avril-mai 1929 (M. CHAUVEAU).	9
Le film sonore *(suite et fin)* (Jean VIVIÉ, *ingénieur civil des Mines*).	17
Appareils, méthodes et formules de mesures *(suite)* (Jean VIVIÉ, *ingénieur civil des Mines*)	19
Le Mesny (André PLANÈS-PY, F 8EI)	24
Tour d'Europe radiophonique (Alex SURCHAMP)	28
Le super B. G. P. « Noël 29 » (R. LEPESQUEUR)	33
La nouvelle station de Brookman's Park et le plan régional DE LA FORGE)	36
Sur deux nouveaux modèles de haut-parleurs électrodynamiques (H. DELFOSSE)	39
Chez les constructeurs	42
Conseils d'un bricoleur	44
A travers la presse étrangère	46
Les brevets (Ch. FABER, *ingénieur radio E. C. P.*)	50
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	53

Reproduction interdite pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège Copyright by Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision.

Digitized by Google

Amateurs...

...pour correspondre avec
le MONDE ENTIER

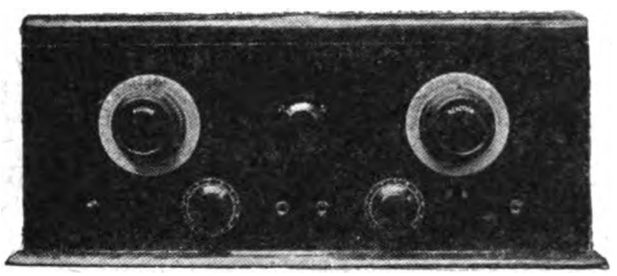
LE COMPTOIR GÉNÉRAL DE T. S. F.

Spécialiste des ondes courtes
ÉMISSION-RÉCEPTION

vous offre son

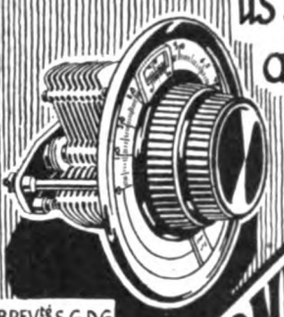
M. C. 18 bis Montage breveté (10-130 mètres)

Le plus puissant d'Europe en ondes courtes



Comptoir Général de T.S.F.
11, Rue Cambronne, PARIS (15e)
- FOURNISSEUR DU GOUVERNEMENT -

1929 ils étaient bons... ils sont encore améliorés!



"AUTOREX" TAVERNIER "CONDENSATEURS"
71 ter Rue Arago-MONTREUIL Seine

BREVTÉS S.G.D.G

1930

BREVTÉS S.G.D.G.

"AUTOREX" réalise le repérage instantané

UN JEU DE LAMPES

RADIOFOTOS...

Les oscillatrices M 40 et M X 40 sont SENSIBLES

Les moyennes fréquences C 9 et C 25 sont STABLES

Les détectrices Radiofotos et la D 15 sont puissantes et PURES

Les Radiofotos basses fréquences type D 9 et D 5 et les trigrilles D 100 sont PUISSANTES

DEMANDER LES NOTICES EXPLICATIVES ET LE CATALOGUE GÉNÉRAL DES LAMPES RADIOFOTOS

...VOUS DONNE ENFIN
L'ACCORD PARFAIT

UNE INNOVATION
dans l'alimentation des batteries de T.S.F.

LE REDRESSEUR DE COURANT

TUNGAR BIVOLT

Brevet Thomson

permet la recharge simultanée des batteries de 4 et 120 volts; il ne coûte que **320 francs** complet avec ses valves.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
DE CONSTRUCTIONS
ÉLECTRIQUES & MÉCANIQUES
(ALSTHOM)

Service des Redresseurs Tungar, 364, rue Lecourbe, Paris (15e)

Digitized by Google

621.38505
QST
v.11

LES PHENOMENES de PROPAGATION

621.38505
QST

Causeries radiophonées

par le Général CARTIER

■ ■ ■ ■ ■

J'AI signalé dans un précédent article une causerie de *Sir Fleming* sur la nature intime de l'électron, causerie qui avait été radiodiffusée par les stations de Londres et de Daventry et je m'étonnais qu'un sujet aussi abstrait ait paru de nature à intéresser les auditeurs britanniques.

Or, le 15 avril dernier, le Professeur *Eddington* entretenait les mêmes auditeurs de ces nuages de matière cosmique qui errent dans les espaces interstellaires, et dont l'origine et l'avenir nous sont aussi inconnus que ceux des astres qui peuplent l'univers : le savant conférencier, qui est philosophe en même temps que physicien, ne craignait pas d'expliquer à cet auditoire composite comment l'analyse spectrale avait pu faire connaître l'existence et la composition sommaire de ces nuages et déceler leur mouvement propre par rapport à ceux des soleils qui se trouvaient derrière eux. L'univers que nous pouvons explorer n'est donc pas un vide absolu que sillonnent les soleils et les nébuleuses ; l'éther n'est pas le seul fluide qui s'agite dans cette sphère dont le diamètre est de plusieurs milliers d'années de lumière et que *Pascal* avait si heureusement définie en disant que son centre était partout, et sa circonférence nulle part. Comment se sont formés ces nuages plus jeunes que les nébuleuses ? Formeront-ils des comètes plus denses dont le noyau sera le commencement d'un astre ? Seront-ils remplacés par des essaims d'astéroïdes dont nous aurons quelque jour la dangereuse visite ? Que de sujets de méditation susceptibles d'intéresser les esprits curieux et bien choisis pour élever la pensée des humains, si longtemps emprisonnée dans les étroites limites de notre globe ou de notre minuscule système solaire !

Voici maintenant que *Sir Oliver Lodge* vient parler devant le microphone de « notre appréhension de la réalité » et faire une analyse critique d'un ouvrage d'*Eddington*, « La Science et le monde invisible », dont le seul titre effraierait peut-être beaucoup d'auditeurs français qui s'empresseraient d'éteindre leurs lampes ou de chercher autre chose de plus facile à écouter : un concert de jazz, une opérette amusante ou une parade de Bilboquet.

Sir Oliver Lodge ne craint pas de dénier toute valeur scientifique à la théorie matérialiste que « la danse des atomes dans le cerveau constitue réellement la pensée », et il estime avec *Eddington* que « lorsque nous avons pu concevoir comment les éléments matériels, d'abord épars dans le chaos originel, se sont réunis pour former les astres, les corps simples ou composés, puis l'être vivant, nous ne pouvons que reconnaître que *l'homme comporte en plus quelque chose d'incommensurable avec les entités dont nous sommes partis.*» Il remarque que « les entités fondamentales ne sont pas réellement comme nos sens nous les montrent; nous n'en avons qu'une vue symbolique et les méthodes scientifiques ne pénètrent pas derrière le symbolisme ».

Je ne puis suivre, dans ce court article, l'éminent conférencier dans les détails de son exposé si attrayant et en même temps si solidement documenté. Je citerai seulement quelques-unes de ses observations : « La conscience doit être considérée comme autre chose qu'un faisceau de sensations. L'esprit humain doit se tourner vers le monde inconnu auquel il appartient et tout système de philosophie doit être assez large pour faire une place à l'étude de l'univers ». Et voici sa conclusion : « *La religion est une réalité à laquelle nous ne pouvons appliquer la méthode scientifique.* Le même sentiment d'humilité et d'étonnement est éprouvé par les athées et les déistes en contemplant les étoiles et les nébuleuses. Seul, diffère le mot écrit au-dessus de l'autel. La religion dit : « *Dieu* et le matérialisme : *Nature.* » Pour *Sir Oliver Lodge*, « les récents progrès de la science ont déplacé, mais non supprimé, les obstacles qui s'opposent à une réconciliation de la religion avec la science ».

Nous aurons peut-être une réplique également radiophonée, à cette subtile et courageuse conférence : je ne manquerai pas d'en rendre compte, le cas échéant.

En attendant, je donnerai, avec la même impartialité, les conclusions d'un ouvrage de *Louis Buchner*, intitulé : « Force et matière », où l'auteur s'efforce de démontrer, après *Lucrèce*, que la pensée, la conscience, l'âme sont un résultat de cette « danse des atomes » à laquelle *Sir Oliver Lodge* a fait si spirituellement allusion dans la causerie précitée.

« Le développement des sciences naturelles a ouvert à la pensée de nouveaux horizons ; il l'a fait descendre des régions nuageuses et infécondes de la spéculation métaphysique, sur le terrain de la vie et de la réalité : en d'autres termes, il a permis de substituer à la philosophie des mots la philosophie des faits. » Je signale à ce sujet qu'*Eddington* nous met en garde contre cette philosophie des faits, les apparences qui sont seules à notre

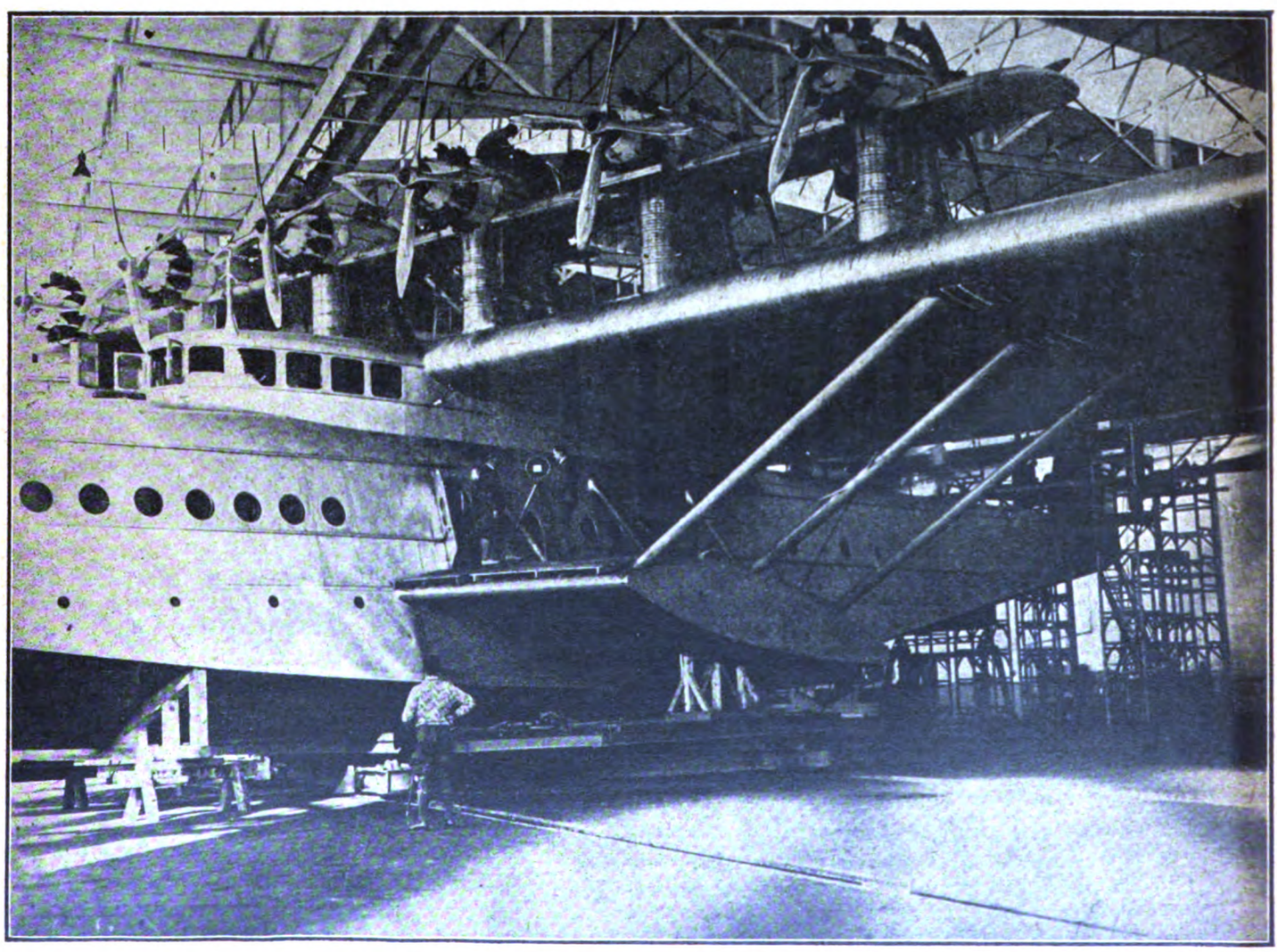
Digitized by Google

763883

portée étant le plus souvent différentes des réalités qui nous sont inaccessibles. Sans doute, « les écoles philosophiques poursuivent un but transcendant qui est la connaissance de l'univers et la recherche de l'absolu », sans doute aussi « l'exemple de tous les temps est là pour prouver combien est stérile la tendance prématurée vers l'abstrait et combien inféconde et désolée est la voie qui mène à l'absolu ». C'était l'avis de *Descartes*. Mais le même écueil n'existe-t-il pas dans une certaine mesure pour « l'étude de la nature qui ne s'occupe que d'*objets concrets* et cherche comme but suprême de ses efforts à connaître l'*essence de l'individualité* » ? Le positivisme en philosophie naturelle est-il plus solide qu'en philosophie tout court ?

Voici une affirmation qui est tout au moins discutable : « Si l'esprit de l'homme avait des connaissances métaphysiques indépendantes du monde réel, les vues des métaphysiciens devraient être aussi uniformes et aussi précises que celles des physiciens relativement à la pesanteur. » Où *Louis Buchner* a-t-il vu que les physiciens avaient une doctrine uniforme et précise relativement à la pesanteur ? La doctrine officielle et la plus généralement admise et qui attribue à la matière le pouvoir *surnaturel* d'attraction, n'est-elle pas essentiellement métaphysique ? *Newton*, lui-même, qui a formulé sa loi célèbre de la gravitation, ne la déclarait-il pas contraire au bon sens, et de nombreux savants ne partagent-ils pas cette manière de voir sans être d'accord pour élaborer une théorie plus rationnelle ?

Quoi qu'en pense *Louis Buchner*, « l'homme ne connaît que des sensations subjectives, que des apparences derrière lesquelles demeure éternellement cachée, inconnue et inconnaissable, l'essence des choses ». La vieille maxime socratique est toujours en honneur : « Le comble de la sagesse est de savoir qu'on ne sait rien. » Il y a, pour la connaissance humaine, certaines limites infranchissables : c'est ce dont personne n'a jamais douté ! *Virchow* a pu écrire que : « la seule limite de nos connaissances, c'est l'ignorance », et *Wieland* que « tout ce que nous pouvons savoir, nous devons le savoir ». Des mots, rien que des mots !



LE DO. X DANS SON HANGAR.

(On voit, sur le petit plan, le microphone utilisé au cours de la diffusion d'une visite de cet appareil géant.

Digitized by Google

Engineering Library

Les propriétés diélectriques des gaz ionisés

par J. GRANIER, *Docteur ès Sciences*

LES anomalies que présente la propagation des ondes électromagnétiques, l'existence d'un fading particulièrement prononcé pour certaines fréquences, les portées considérables obtenues avec des ondes courtes, tous ces phénomènes sont généralement expliqués par la présence dans la haute atmosphère de la couche d'Heaviside. Toutefois, les propriétés de cette couche conductrice ne nous sont que très imparfaitement connues, et la plupart des savants qui ont essayé de mettre au point une théorie mathématique de la propagation se sont, à notre avis, un peu pressés ; avant de soumettre la question au calcul, il eût été préférable d'étudier systématiquement au laboratoire, dans des conditions expérimentales bien définies, les propriétés des gaz sous différentes pressions et pour toutes les longueurs d'onde intéressantes en radiophonie.

Ces recherches expérimentales ont été fort peu nombreuses et n'ont d'ailleurs pas été poussées très loin. Un seul résultat intéressant avait été signalé en 1920 par Van der Pol : pour des gaz très fortement ionisés, la constante diélectrique peut devenir inférieure à l'unité. Cette contribution étant de nature à apporter une contribution importante à nos connaissances sur la marche des rayons électromagnétiques dans la haute atmosphère, l'étude des gaz ionisés vient d'être reprise récemment par MM. Gutton et Clément. Nous allons donner avec quelques détails, en utilisant les documents fournis par l'Académie des sciences, la marche de leurs expériences et les résultats obtenus.

La disposition des appareils adoptée pour les premières expériences est la suivante : un résonateur de 408,5 cm. de longueur d'onde est constitué par deux lames de cuivre de 20,2 × 4 cm. distantes de 4 centimètres et réunies par un fil de cuivre de 92 centimètres de longueur, au milieu duquel est intercalée une soudure thermoélectrique reliée à un galvanomètre. Au voisinage de ce résonateur est disposé un oscillateur à triodes dont on peut faire varier la longueur d'onde. On observe les déviations du galvanomètre pour diverses longueurs d'onde que l'on mesure sur une ligne couplée à l'oscillateur. On peut donc tracer la courbe de résonance du résonateur et connaître sa période d'oscillation sans amortissement, ainsi que son amortissement.

Parallèlement aux plus longs côtés des armatures de son condensateur, est disposé un tube de verre de 4 centimètres de diamètre dans lequel on fait passer une décharge pour ioniser le gaz qu'il contient. Deux anneaux de papier d'étain collés à l'extérieur du tube servent d'électrodes ; ils sont réunis à une bobine couplée à un second oscillateur plus puissant que le premier et dont la longueur d'onde est de 115 mètres ; ses oscillations sont sans effet sur le résonateur. On modifie l'ionisation soit en agissant sur le chauffage des triodes, soit en accordant plus ou moins l'oscillateur sur le circuit du tube à décharge. Ce tube est vidé au moyen d'une pompe à vapeur de mercure ; on y introduit de l'hydrogène avec un osmorégulateur et on mesure la pression à la jauge.

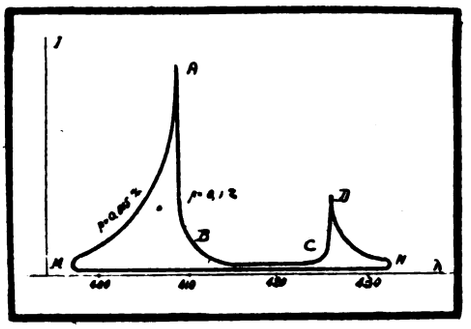


Fig. 1.

Pour faire une expérience, on maintient la pression constante et on fait varier l'ionisation ; pour chaque valeur de celle-ci, on agit sur l'oscillateur pour obtenir dans le galvanomètre du résonateur le maximum de courant, et on note à la fois la longueur d'onde λ, pour laquelle se produit cette résonance, et l'intensité I du courant qui traverse le galvanomètre (fig. 1). Pour la pression $p = 0{,}1$ mm. de mercure, on obtient ainsi une courbe A B C D, le point A correspondant à une ionisation nulle, le point D à une ionisation très forte, et l'ionisation augmentant régulièrement de A en D. Pour des pressions plus faibles, l'allure de la courbe se modifie, et en particulier pour $p = 0{,}015$, elle suit le trajet A M N D, ayant les mêmes extrémités que tout à l'heure, mais présentant en M et en N deux régions anormales. Le relevé des courbes de résonance relatives à quelques points du diagramme montre d'ailleurs que des courants égaux au moment de la résonance correspondent à des amortissements égaux.

Interprétons ces résultats. Aux plus basses pressions (courbe A M N D), de faibles ionisations (région M) diminuent la longueur d'onde du résonateur, et cette diminution indique une décroissance apparente de la constante diélectrique qui devient nettement inférieure à l'unité. La théorie de Eccles explique cette diminution en faisant seulement intervenir, pour déterminer le mouvement des particules électrisées dans le champ oscillant, l'inertie de ces particules.

Lorsqu'on augmente l'ionisation, la longueur d'onde propre du résonateur passe assez brusquement à une valeur plus grande que celle qui correspond au gaz fortement ionisé (région N), indiquant ainsi une augmentation de la constante diélectrique ; pendant les ionisations intermédiaires, l'amortissement du résonateur est considérable, comme le montre la très faible valeur de l'intensité. On ne peut expliquer ce résultat qu'en faisant intervenir des forces quasi élastiques qui pourraient résulter des actions mutuelles des ions et des mouvements qu'elles provoquent. Lorsqu'on atteint l'ionisation pour laquelle elles compensent les forces d'inertie, le signe de la différence de phase entre la force électrique et l'élongation des oscillations des grains électrisés change de signe, ce qui modifie le sens de la variation de la cons-

Digitized by Google

tante diélectrique. L'amplitude des oscillations devient alors très grande et provoque le fort amortissement du résonateur que l'on observe.

Enfin, aux plus fortes pressions (courbe A B C D), ce sont des forces analogues au frottement qui ont une influence prépondérante, et l'on trouve des courbes de même forme que celles que l'on obtiendrait pour une solution électrolytique de concentration croissante.

Les expériences précédentes montrent que les actions mutuelles entre les centres électrisés jouent le rôle de forces quasi élastiques et déterminent par suite l'existence d'une période d'oscillation moyenne des ions. Comme les actions mutuelles augmentent avec le nombre des ions, on doit s'attendre à ce que cette période soit d'autant plus courte que le gaz est plus ionisé ; dans un champ magnétique périodique, il doit se produire des phénomènes de résonance pour des fréquences d'autant plus grandes que l'ionisation est elle-même plus intense. Pour vérifier ce dernier point, les expériences ont été reprises en utilisant des ondes plus courtes.

Au lieu d'un résonateur de 403,5 cm. de longueur d'onde, c'est cette fois un résonateur de 217,3 cm. Il est constitué par deux lames de cuivre de 12 cm. sur 4, distantes de 4 cm., réunies par un fil de 48 cm. de longueur au milieu duquel est intercalée une soudure thermoélectrique. Un tube de verre de 4 cm. de diamètre contenant de l'hydrogène à faible pression est disposé dans le champ du condensateur formé par les deux lames. Le gaz y est ionisé par des décharges. Le résonateur est couplé à un oscillateur dont on peut faire varier la fréquence des oscillations sans influer sur leur amplitude.

On détermine encore à pression constante et pour des ionisations constantes du gaz, les intensités du courant dans le résonateur lorsque l'oscillateur est accordé sur lui et les longueurs d'onde correspondantes de ce résonateur. En portant en abscisses ces longueurs et en ordonnées les carrés des courants qui circulent dans le circuit oscillant, on trouve des courbes analogues à celles qui avaient été obtenues précédemment.

Mais, et c'est là le fait important, on trouve que l'ionisation qui correspond à une résonance entre les oscillations des ions et celles du champ est beaucoup plus grande lorsque la fréquence de ces dernières est plus élevée. On constate également que la pression à partir de laquelle on n'observe plus de diminution apparente de la constante diélectrique est plus élevée. A la pression de 0,011 mm. de mercure, l'ionisation produit de très grandes variations de la constante diélectrique puisque, quoique le gaz ionisé n'occupe qu'une fraction de l'intervalle entre les lames du condensateur, la longueur d'onde du résonateur varie de 206,9 cm. à 226,9 cm., la longueur d'onde correspondant à une ionisation nulle étant 217,3 cm.

De l'existence des phénomènes de résonance dans les gaz ionisés, et en tenant compte du fait que la période de résonance est d'autant plus longue que l'ionisation est plus faible, on peut tirer d'intéressantes conclusions relativement à la propagation des ondes autour de la Terre. A l'ionisation des parties basses de la couche d'Heaviside, correspond en effet une fréquence moyenne d'oscillation des ions. Lorsque des ondes courtes s'y propagent, la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à celle des oscillations des ions. Le courant de convection produit par les mouvements de ceux-ci est alors en opposition de phase avec le courant de déplacement

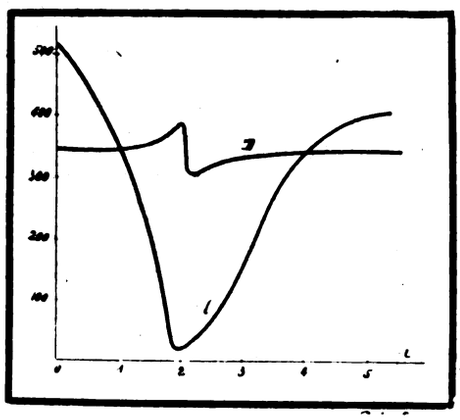


Fig. 2.

et produit une diminution apparente de la constante diélectrique. Comme le prévoit la théorie de Eccles, des réflexions et des mirages renvoient les ondes vers le sol.

Pour des ondes plus longues, la période de résonance est atteinte. Le courant de convection devient en quadrature avec le courant de déplacement et ne produit plus aucune variation de la constante diélectrique ; il a la phase d'un courant de conduction et provoque une forte absorption des ondes.

Des ondes plus longues encore ont une fréquence inférieure à la fréquence de résonance ; le courant de convection est alors en phase avec le courant de déplacement et produit une augmentation apparente de la constante diélectrique. Des phénomènes de mirage ne sont plus possibles, mais les ondes sont alors assez longues pour que la conductibilité de l'eau de mer puisse assurer la propagation à grande distance dans des conditions qui sont celles de la formule d'Austin.

De part et d'autre de la longueur d'onde pour laquelle il y a résonance dans le gaz ionisé, les phénomènes qui interviennent lors de la propagation des signaux radiotélégraphiques sont ainsi très différents. Pour les fréquences voisines de la résonance, la transmission lointaine n'est pas assurée par la haute atmosphère qui absorbe les ondes. Celles-ci sont d'autre part trop courtes pour que la propagation le long du sol se fasse sans grand affaiblissement. On s'explique alors le fait souvent constaté qu'il est des longueurs d'onde voisines de 200 mètres peu favorables aux liaisons sans fil. La réception des signaux sur ces longueurs d'onde est d'autre part irrégulière et sujette à d'importants évanouissements. Au voisinage de la résonance, en effet, de faibles changements d'ionisation produisent de très grandes variations de phase pour les oscillations ioniques et, par suite, de fortes variations de la constante diélectrique. La fréquence des ondes de 200 mètres étant beaucoup plus faible que celles de 2 et 4 mètres sur lesquelles ont été faites les expériences, l'ionisation correspondant à la résonance est nettement plus faible, et il est naturel d'admettre qu'elle peut être atteinte dans la haute atmosphère.

Une question se pose maintenant. Quelle est la loi qui relie les actions mutuelles qui s'exercent entre les ions et le nombre de ces ions? Comment les forces de rappel varient-elles lorsqu'on fait varier l'ionisation du gaz?

Pour résoudre ce problème, voici le dispositif adopté :

Un tube vertical de 45 millimètres de diamètre et de 330 millimètres de longueur est vidé par une pompe à diffusion et contient de l'hydrogène d'un osmorégulateur Villard à une pression de $0^{mm},0003$. Le gaz est ionisé en y faisant passer des décharges ; on les obtient en réunissant deux anneaux de papier d'étain collés aux extrémités du tube à une bobine dans laquelle un oscillateur de 88 mètres de longueur d'onde induit une force électromotrice convenable. Au milieu du tube et aux extrémités d'un diamètre horizontal sont scellés dans la paroi deux fils de platine de $0^{mm},2$ de diamètre pénétrant de 7 millimètres à l'intérieur ; les extrémités de ces deux fils sont à une distance de 31 millimètres. On mesure la conductibilité du gaz entre ces deux électrodes en les reliant à un galvanomètre et à un accumulateur de 4 volts. Sur le diamètre horizontal perpendiculaire sont disposées extérieurement au tube et à une distance de 81 millimètres deux petites plaques de cuivre de $22 \times 10\,mm^2$ reliées respectivement aux deux fils parallèles d'une ligne sur laquelle peut se déplacer un pont. Sur ce pont est intercalée une soudure thermoélectrique reliée à un second galvanomètre. La ligne est couplée faiblement à un oscillateur type Mesny à onde très courte.

Avant d'ioniser le gaz, on cherche d'abord pour quelle position du pont la ligne est accordée sur l'oscillateur.

Digitized by Google

Puis on ionise le gaz progressivement et l'on déplace à mesure le pont pour maintenir constamment la résonance. Pour un certain nombre de degrés d'ionisation, on détermine ainsi la longueur l de la ligne qui correspond à l'accord, le courant i dans le premier galvanomètre et la déviation D du second. La valeur de i nous fait connaître la conductibilité du gaz, tandis que D nous donne l'intensité du courant de résonance et nous renseigne sur l'amortissement provoqué par l'ionisation du gaz.

Les mesures ont été faites pour quatre longueurs d'onde. Voici, par exemple, les résultats obtenus pour l'onde de 1 m. 834.

i	l	D
0	342mm	510
1,03	344	320
1,58	351	262
1,82	363	60
1,96	379	17
2,07	324	25
2,11	310	28
2,32	315	33
2,82	322	90
3,88	331	337
7,98	335	423

En représentant en fonction de i les valeurs de l et de D (fig. 2), on obtient une courbe identique à une courbe de dispersion au voisinage d'une bande d'absorption.

La constitution d'un gaz ionisé présente beaucoup d'analogie avec celle du diélectrique de Lorentz, les distances entre électrons étant toutefois beaucoup plus considérables. C'est en admettant l'existence d'une force élastique agissant sur les ions que Lorentz explique les bandes d'absorption. Il est naturel d'admettre que dans les expériences précédentes l'existence d'une bande d'absorption est aussi due à une résonance entre les oscillations des électrons et les oscillations du champ.

En opérant avec d'autres longueurs d'onde λ, on peut voir la relation qui existe entre λ et i au moment de la résonance; on obtient, par exemple, le tableau suivant (fig. 3).

λ	i
4830	0,16
2528	0,88
1834	2,04
1324	3,21

Cette résonance se produit lorsque la force d'inertie, qui varie d'ailleurs en sens inverse du carré de la longueur d'onde, est égale à la force élastique qui correspond à l'écart unité. Il est donc naturel de chercher si λ et i ne sont pas reliés par une relation de la forme

$$\lambda^n i = C^{te}$$

Effectivement, on trouve, en opérant sur les nombres ci-dessus, que c'est bien la loi cherchée et que n a pour valeur 3/4. Si, au lieu de la conductibilité, on fait intervenir le nombre d'ions qui lui est proportionnel, on peut exprimer le résultat de ces dernières expériences en disant que la force élastique qui s'exerce entre les ions est proportionnelle à la puissance 3/4 du nombre de ces ions.

Quelle conclusion pouvons-nous en tirer relativement à la propagation des ondes dans la haute atmosphère? Celle-ci : La couche qui correspond à la résonance est d'autant plus ionisée et, par suite, d'autant plus élevée que la longueur d'onde est plus courte. A

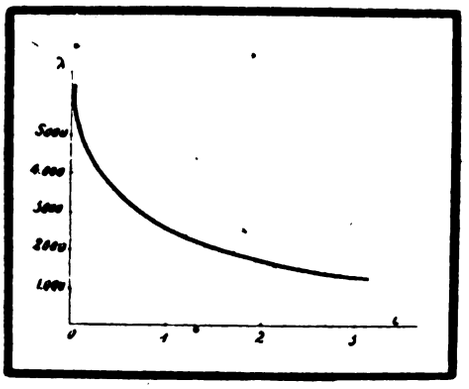


Fig. 3.

cette résonance correspond une réflexion analogue à la réflexion métallique ; le faisceau réfléchi est dépolarisé et la réflexion peut se faire sous toute incidence, mais avec des intensités qui dépendent de cette incidence et de l'orientation du plan de polarisation.

Et enfin, quelle est la valeur de la constante diélectrique du gaz ionisé? Combien y a-t-il d'ions par centimètre cube? Les expériences précédentes sont suffisantes pour permettre de déterminer ces deux quantités, tout au moins en dehors de la bande d'absorption qui correspond à la résonance. Effectuons le calcul.

Le condensateur entre les armatures duquel est disposé le tube à gaz ionisé est assimilable à deux condensateurs en série, l'un de capacité K C_0 ayant pour diélectrique le gaz ionisé de pouvoir l'inducteur K, l'autre de capacité C ayant pour diélectrique l'air atmosphérique. Mais ce condensateur n'est pas le seul dans le circuit, car la capacité des fils de ligne intervient et nous en tenons compte en introduisant en dérivation un nouveau condensateur C_1.

La capacité γ de cet ensemble complexe se calcule sans difficulté. On a :

$$\gamma = C_1 + \frac{1}{\frac{1}{C} + \frac{1}{KC_0}}$$

Utilisons maintenant les équations de propagation le long de la ligne ; elles nous donnent la relation qui existe entre cette capacité γ et la longueur L de la ligne lorsqu'elle est en résonance sur une longueur d'onde λ. Désignons par C la capacité de la ligne par unité de longueur ; nous avons :

$$\frac{C}{\gamma} = \frac{2\pi}{\lambda} \operatorname{tang} 2\pi \frac{L}{\lambda}$$

tant que nous restons en dehors de la bande d'absorption.

Pour éliminer maintenant les capacités C_1, C_0 et C, mesurons les longueurs L_0 L_1 L_2 de la ligne dans les trois cas suivants : 1° le gaz n'est pas ionisé ;

2° Le gaz est très ionisé et est suffisamment conducteur pour que le champ ne pénètre plus à l'intérieur du tube ;

3° Le gaz est remplacé par de la benzine de pouvoir inducteur 2,26. Les valeurs des capacités correspondantes γ sont alors évidemment :

$$\gamma_0 = C_1 + \frac{1}{\frac{1}{C_0} + \frac{1}{C}}$$

$$\gamma_1 = C_1 + C$$

$$\gamma_2 = C_1 + \frac{1}{\frac{1}{2{,}26\,C_0} + \frac{1}{C}}$$

A l'aide de ces relations, et en tenant compte de ce que les valeurs de L sont peu différentes, on déduit enfin :

$$K = \frac{L_0 - L_1}{L - L_1} - \frac{L_0 - L_1}{L - L_1} \times \frac{L - L_0}{L_2 - L_0} \left(1 - 2{,}26 \frac{L_2 - L_1}{L_0 - L_0}\right)$$

Cette formule, pour les ionisations inférieures à celles pour lesquelles l'absorption devient très grande, nous permet de connaître les valeurs numéques de K en fonction de l'intensité i qui mesure la conductivité du gaz.

D'autre part, la théorie montre que la constante diélectrique K d'un gaz ionisé pour une pulsation ω correspondant à la période propre du gaz ionisé et hors de la bande d'absorption est :

$$K = 1 + \frac{4\pi N \frac{e^2}{m}}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

en désignant par ω la pulsation des ondes excitatrices, par N le nombre d'électrons que renferme un centimètre cube du gaz ionisé, par e leur charge et par m leur masse.

Or, les expériences citées plus haut ont montré que, en appelant a une constante indépendante de la pulsation ω on avait la relation :

$$\omega_0^2 = aN^{\frac{2}{3}}$$

Digitized by Google

Et comme N est proportionnel au courant i, c'est-à-dire comme l'on peut poser $N = ih$, la formule qui donne K devient :

$$K = 1 + \frac{4\pi \frac{e^2}{m} ih}{a(ih)^{3/4} - \omega^2}$$

Pour déterminer a et h, nous avons deux équations. En effet, nous avons évidemment pour commencer :

$$a(i_0 h)^{3/4} = \omega^2$$

dans laquelle nous connaissons ω et la valeur i_0 fournie par l'expérience du courant i correspondant à la résonance du gaz ionisé pour la pulsation ω.

Et, ensuite, en égalant la pente p relative à $i = 0$ de la courbe représentant les variations de K en fonction de i et la pente de la courbe déterminée par l'expérience, nous avons la deuxième relation

$$p = \frac{4\pi h e^2}{m\omega^2}$$

Ces deux équations nous suffisent pour calculer numériquement toutes les grandeurs intéressantes. On trouve en effectuant les calculs :

$$a = 35{,}5 \cdot 10^{10}$$

$$h = 0{,}34 \cdot 10^7$$

$$K = 1 + \frac{0{,}278 \cdot 10^{10} \cdot N}{35{,}5 \cdot 10^{10} N^{3/4} - \omega^2}$$

Cette dernière expression permet de trouver l'ionisation correspondant à la résonance pour toute longueur d'onde. En particulier, pour une onde de 248cm,7 la résonance a lieu pour $N = 1{,}9 \cdot 10^8$ électrons par centimètre cube.

Ainsi donc, l'étude des gaz ionisés faite au laboratoire nous donne une idée de ce qui peut se passer dans la haute atmosphère lorsqu'une onde courte rencontre la couche d'Heaviside. Il ne faudrait pas croire cependant que le problème soit complètement résolu. Bien des choses encore restent à étudier, en particulier l'influence du champ magnétique terrestre. Voici quelques expériences préliminaires faites sur ce sujet à la suite des précédentes.

Le dispositif adopté était analogue à ceux que nous avons décrits au début de cet article, avec cette seule différence que de part et d'autre de la région centrale du tube contenant le gaz ionisé, étaient deux bobines dont l'axe coïncidait avec le sien. Le champ magnétique était donc normal au champ électrique ; son intensité moyenne dans la région utile était de 21,5 gauss. Voici, en conservant les notations déjà employées, les résultats correspondant à une série d'expériences :

Sans champ

l	i	D
494mm	0	355
495	0,46	303
499	0,75	225
502,5	0,87	137
504	0,90	47
496,5	0,97	19
488,5	1	13
474,5	1,16	20
482,5	1,71	118
485,5	2,04	250

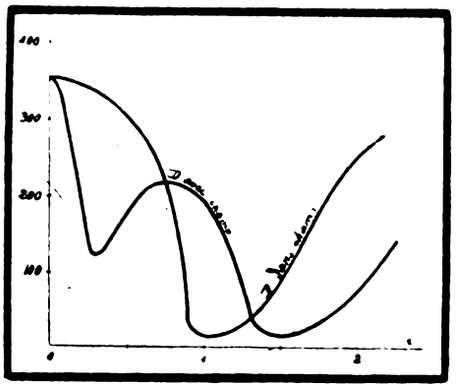


Fig. 4.

Avec champ

l	i	D
494mm	0	355
495	0,18	254
495,5	0,21	195
493,5	0,27	127
492,5	0,33	118
491,5	0,39	140
491,5	0,58	193
493,5	0,75	198
496	1,08	144
497	1,29	67
490,5	1,50	18
483,5	1,58	30
481,5	1,70	60
484,5	1,96	146
487,5	2,54	248
488,5	3,47	315

Sur les courbes de la figure 4, qui représente en fonction de i les valeurs de D avec ou sans champ, on voit nettement que la bande d'absorption a été dédoublée. Sans champ magnétique, on avait une seule bande pour $i_0 = 1{,}03$; avec champ magnétique, on trouve maintenant deux bandes, l'une pour $i_1 = 1{,}50$, l'autre pour $i_2 = 0{,}31$.

L'explication de ce phénomène est analogue à celle que l'on rencontre pour l'effet Zeeman. En désignant par m la masse de l'électron, par e sa charge et par H l'intensité du champ, il se produit deux résonances lorsqu'on fait varier l'ionisation et par suite la force attractive a, pour des valeurs de $\frac{a}{m}$ définies par les deux relations :

$$\frac{a_1}{m} + \frac{a_2}{m} = 2\omega^2$$

$$\frac{a_1}{m} - \frac{a_2}{m} = \frac{2He}{m}\omega$$

En l'absence de champ magnétique, la résonance se produisait pour :

$$\frac{a_0}{m} = \omega^2$$

Or, nous avons déjà vu que l'on avait la relation

$$\frac{d_0}{m} \times \frac{1}{i^{3/4}} = \frac{a_1}{m} \times \frac{1}{i_1^{3/4}} = \frac{a_2}{m} \times \frac{1}{i_2^{3/4}}$$

Nous connaissons donc les valeurs numériques de $\frac{a_1}{m}$ et de $\frac{a_2}{m}$ qui, portées dans la première des équations précédentes, nous fournissent une vérification des mesures et qui, portées dans la deuxième, donnent la valeur du rapport $\frac{e}{m}$. On trouve ainsi $\frac{e}{m} = 1{,}61 \cdot 10^7$ u. é. m. au lieu de la valeur classique $1{,}77 \cdot 10^7$; la vérification de la théorie est donc satisfaisante. Le dédoublement de la bande d'absorption par un champ magnétique confirme bien qu'il existe des résonances et la valeur trouvée pour $\frac{e}{m}$ montre que la particule intéressée est l'électron. D'ailleurs, d'autres mesures effectuées sur des longueurs d'onde différentes, en particulier 4 m. 80 et 1 m. 804, confirment ces résultats. Cependant, pour la mesure de $\frac{e}{m}$ les expériences faites sur une longueur d'onde de 2 m. 487 sont les meilleures, car pour cette longueur d'onde la résonance se produit pour une ionisation assez forte pour que la décharge dans le gaz soit bien stable, mais non assez intense pour qu'il devienne difficile de maintenir une pression bien constante.

Digitized by Google

LA SÉCURITÉ EN MER

Les appareils "Auto-Alarm"

à la Conférence sur la sécurité de la vie humaine en mer

LONDRES - Avril-Mai 1929

par M. CHAUVEAU

■ ■ ■ ■ ■

A la suite de la catastrophe du *Titanic*, encore présente à toutes les mémoires, les nations maritimes décidèrent qu'une conférence internationale se réunirait périodiquement, pour examiner toutes les questions se rapportant à la sécurité de la vie humaine en mer et établir en quelque sorte une législation internationale susceptible de donner aux passagers et aux équipages le maximum de sécurité.

Cette conférence a eu lieu cette année, en avril et mai, à Londres, dans les bureaux du *Board of Trade*; elle réunit les délégués de plus de trente nations; la France y fut représentée par une importante délégation, placée sous le présidence de M. le sénateur Rio, ancien sous-secrétaire d'Etat à la Marine marchande. Au cours de cette conférence, de nombreuses questions furent étudiées : routes maritimes, appareils de navigation, engins de sauvetage, compartimentage, météorologie, T. S. F., etc.

La télégraphie sans fil, étant donné son développement rapide et incessant, a tenu évidemment une grande place dans les discussions; n'est-elle pas, en effet, au point de vue sécurité, le plus puissant moyen mis à la disposition du navigateur pour maintenir le contact avec le reste du monde?

La T. S. F. permet au navire de se diriger, de franchir avec sécurité les passes difficiles, de connaître les conditions météorologiques journalières, de recevoir l'heure avec précision, de rester en communication avec la côte et les navires voisins et de pouvoir, le cas échéant, appeler à l'aide.

Cette dernière question de l'appel de détresse a tout particulièrement retenu l'attention des membres de la conférence sur la sécurité de la vie humaine en mer, et voici pourquoi : sur de nombreux navires, le service radiotélégraphique n'est pas assuré en permanence ; on ne peut, en effet, maintenir l'écoute permanente sur un cargo qui échange quelques télégrammes à chaque voyage ; en général, un seul opérateur suffit pour un tel service.

Or, en l'absence de cet opérateur, il peut y avoir, à quelques milles, un navire lançant le signal de détresse ; ce signal ne sera pas reçu, et le cargo continuera sa route, alors qu'il aurait pu efficacement se porter au secours du sinistre.

La conférence internationale de T. S. F., réunie à Washington il y a deux ans, avait examiné cette question et reconnu l'utilité d'étudier des appareils automatiques susceptibles d'actionner une sonnerie d'alarme lorsqu'un signal de détresse était reçu par une station de bord en l'absence de l'opérateur. Or, à cette époque, le signal de détresse obligatoire était le signal S. O. S., qui, par sa forme même, se prêtait assez difficilement à la réalisation d'un ensemble récepteur sélecteur, simple et robuste. Il fut alors décidé que le signal S. O. S. serait précédé d'un signal d'alarme de forme plus simple, constitué par une série de douze traits de 4 secondes, séparés par des intervalles d'une seconde.

Ainsi, le signal pourrait être transmis par une personne quelconque, munie d'un simple chronomètre.

Des essais méthodiques, poursuivis sous le contrôle de l'amirauté britannique, montrèrent que, en tenant compte du brouillage intense dû aux nombreux postes de T. S. F. se trouvant dans une même région, la Manche et la mer du Nord par exemple, il suffisait de sélectionner trois traits consécutifs sur les douze de la série pour que la veille efficace du signal d'alarme soit assurée. Ceci revient à dire, en d'autres termes, que :

1° Il y a très peu de probabilité pour que des émissions ordinaires combinées produisent accidentellement trois traits consécutifs de quatre secondes, séparés par des intervalles d'une seconde ;

2° Il est nécessaire de transmettre 12 traits pour que, malgré le brouillage normal et intense, la probabilité de recevoir trois traits consécutifs soit suffisante pour assurer la veille efficace du signal d'alarme.

Pour qu'un système récepteur automatique d'alarme soit convenable, il est donc nécessaire qu'il puisse sélectionner trois traits de quatre secondes séparés par des intervalles d'une seconde. Mais comme le signal d'alarme doit, dans bien des cas, être manipulé à la main, il est logique d'admettre une certaine tolérance sur la régularité des signaux; c'est pourquoi il a été décidé qu'un trait serait considéré comme correct lorsqu'il aurait une durée supérieure à trois secondes et inférieure à cinq et qu'un espace serait jugé convenable tant qu'il n'atteindrait pas deux secondes.

Le problème étant ainsi posé, il fut décidé qu'un appareil répondant à un signal de ce genre ne pourrait être installé à bord d'un navire qu'après avoir été homologué officiellement par les autorités du gouvernement dont dépend ce navire, cette homologation officielle ne devant être accordée qu'après une série d'épreuves pratiques montrant que l'appareil répond bien aux conditions posées ci-dessus.

Différents constructeurs étudièrent alors ce problème et firent homologuer par leur gouvernement respectif un ensemble récepteur sélecteur auto-alarm.

La conférence internationale de Londres ayant à régler définitivement cette importante question, il fut décidé que les différents appareils homologués seraient présentés en ordre de marche aux membres de la conférence, afin que ceux-ci puissent

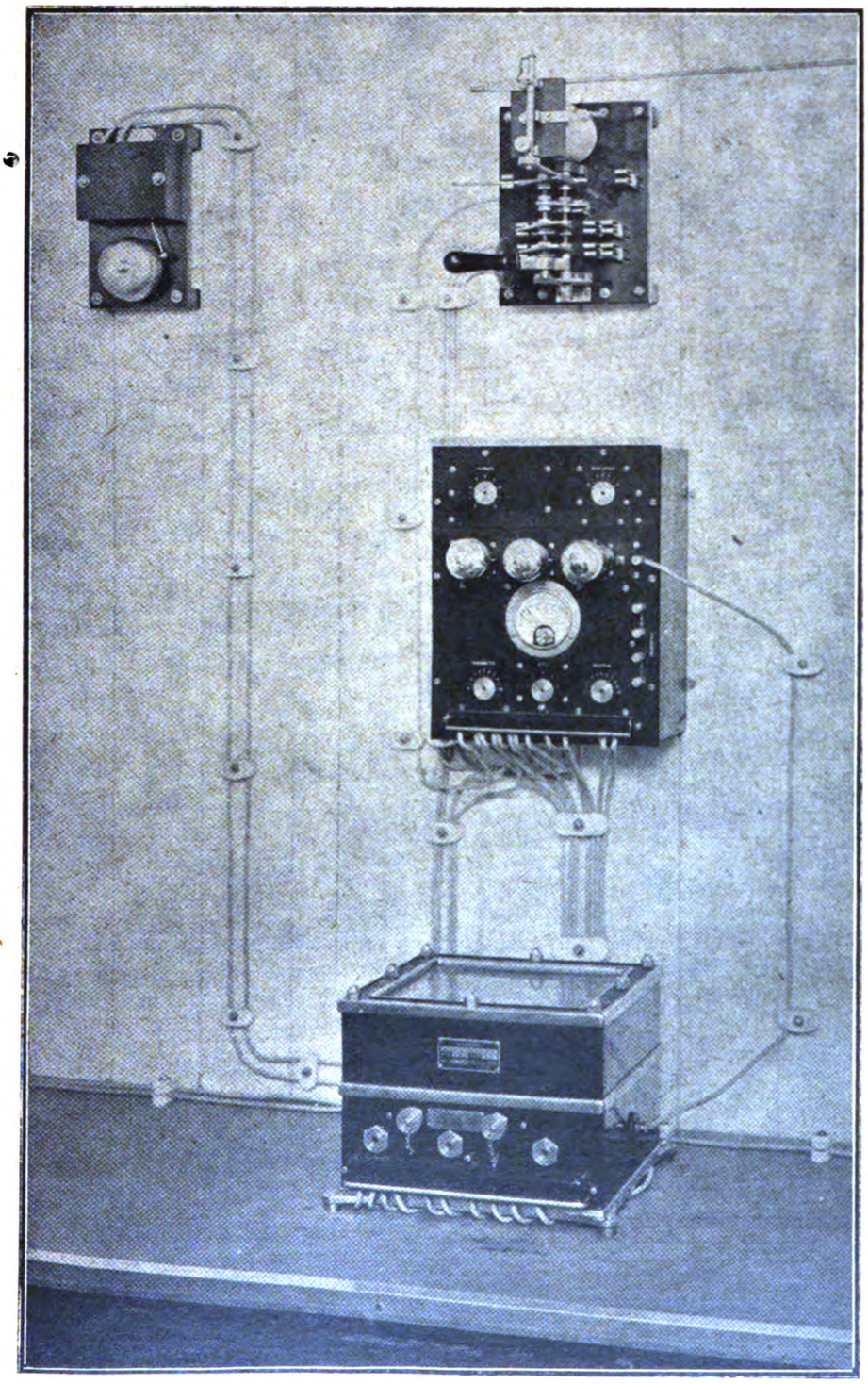
Digitized by Google

se prononcer en toute connaissance de cause.

C'est pourquoi quatre appareils « Auto alarm » furent installés dans une chambre du *Board of Trade*, à Londres. Ces appareils, montés sur antenne, furent mis en service, l'émission du signal d'alarme étant assurée par différents postes côtiers : North foreland, Number river, et Boulogne.

Les essais eurent lieu pendant plusieurs jours ; les appareils répondirent fidèlement aux signaux d'alarme et ne furent nullement influencés par le trafic normal des bateaux, qui est pourtant très intense à Londres ; de nombreux navires transmettent, en effet, des télégrammes à leur arrivée dans les docks de cette ville.

Devant de tels résultats, la conférence a décidé que ces appareils devaient être considérés comme satisfaisants et, en conséquence, leur usage a été adopté.



Appareil " Auto-Alarm " Marconi.

Les quatre appareils présentés furent les suivants : « Auto alarm », de la Société Marconi, de Londres ; Appareil de la Société Siemens, Londres ; Appareil de la Radio Communication Company, de Londres ; « Auto Alarm », système Chauveau, de la Société française Radioélectrique.

La société allemande Telefunken avait envoyé des photographies de son dispositif, mais celui-ci n'a pas été présenté à la conférence.

La Société française Radioélectrique avait, en outre, exposé en ordre de marche le transmetteur automatique de position de détresse et d'alarme système Chauveau. Cet appareil était le seul de son genre à cette démonstration. Il permet à toute personne, même inexpérimentée, de provoquer automatiquement la transmission des signaux d'alarme, de détresse et de position. Ce dispositif a vivement intéressé les délégués, et bon nombre d'entre eux le firent fonctionner correctement sans aucune difficulté.

Nous nous proposons de faire ci-après une étude détaillée des différents appareils présentés à la conférence internationale de Londres.

« AUTO ALARM » MARCONI

L'ensemble « Auto Alarm » Marconi est constitué par deux appareils : le récepteur et le sélecteur.

Le récepteur comprend un circuit d'accord genre Oudin, une lampe détectrice à réaction, une lampe amplificatrice de basse fréquence et une valve de redressement alimentant le relais d'entrée du sélecteur.

Ce récepteur est ainsi d'un schéma classique et très simple ; le circuit secondaire de l'Oudin est réglé une fois pour toutes sur l'onde de 600 mètres sur laquelle sont émis les signaux d'alarme et de détresse. Le primaire est ajusté à l'aide d'une self d'antenne sur cette même onde, en tenant compte des caractéristiques du système antenne-terre du navire sur lequel est installé l'ensemble.

Le sélecteur est formé par quatre organes : le relais d'entrée, le relais retardé contrôleur de traits, le relais retardé contrôleur d'espace et le système enregistreur.

Cet appareil, qui, conformément à la convention internationale, est destiné à actionner une sonnerie d'alarme après la réception de trois traits consécutifs de quatre secondes séparés par des intervalles d'une seconde, agit de la façon suivante :

Dès qu'un trait est reçu, le relais d'entrée du type Gulstead fonctionne sous l'action du signal et met en marche le relais différé de trait ; celui-ci est un électro retardé à dash-pot ;

Digitized by Google

il ferme un premier contact trois secondes après sa mise en marche et un deuxième contact au bout de cinq secondes.

Il en résulte que si le trait dure trois secondes, le premier contact est fermé.

L'enregistreur consiste en une roue dentée, munie de trois dents, qui peut être entraînée pas à pas par un cliquet commandé par un électro. Le premier contact du relais différé de trait ferme le circuit de cet électro, ce qui fait avancer la roue de la longueur d'une dent. Elle est alors maintenue à cette position par un contre-cliquet.

Pendant le silence suivant le premier trait, le relais différé de trait vient au repos ; il agit à nouveau à la réception du trait suivant et fait avancer la roue dentée d'un autre pas.

Le différé vient au repos après ce second trait et, lors de la réception du troisième trait, commande à nouveau l'enregistreur qui, finalement, ferme le circuit des sonneries d'alarme.

On voit ainsi que si les trois traits reçus ont au moins chacun une durée de trois secondes, les sonneries sont actionnées.

Mais si la durée d'un trait quelconque atteint cinq secondes, alors le deuxième contact du relais retardé de trait est fermé, ce qui alimente le circuit d'un électro qui dégage le contre-cliquet de la roue dentée ; celle-ci est rappelée à son point de départ sous l'action d'un ressort.

Le relais différé contrôleur d'espace est également un électro retardé à dash-pot ; il entre en action pendant les silences séparant les traits, et si la durée d'un de ces silences atteint deux secondes, le différé ferme un contact qui alimente l'électro du contre-cliquet ; la roue dentée est alors également ramenée au repos.

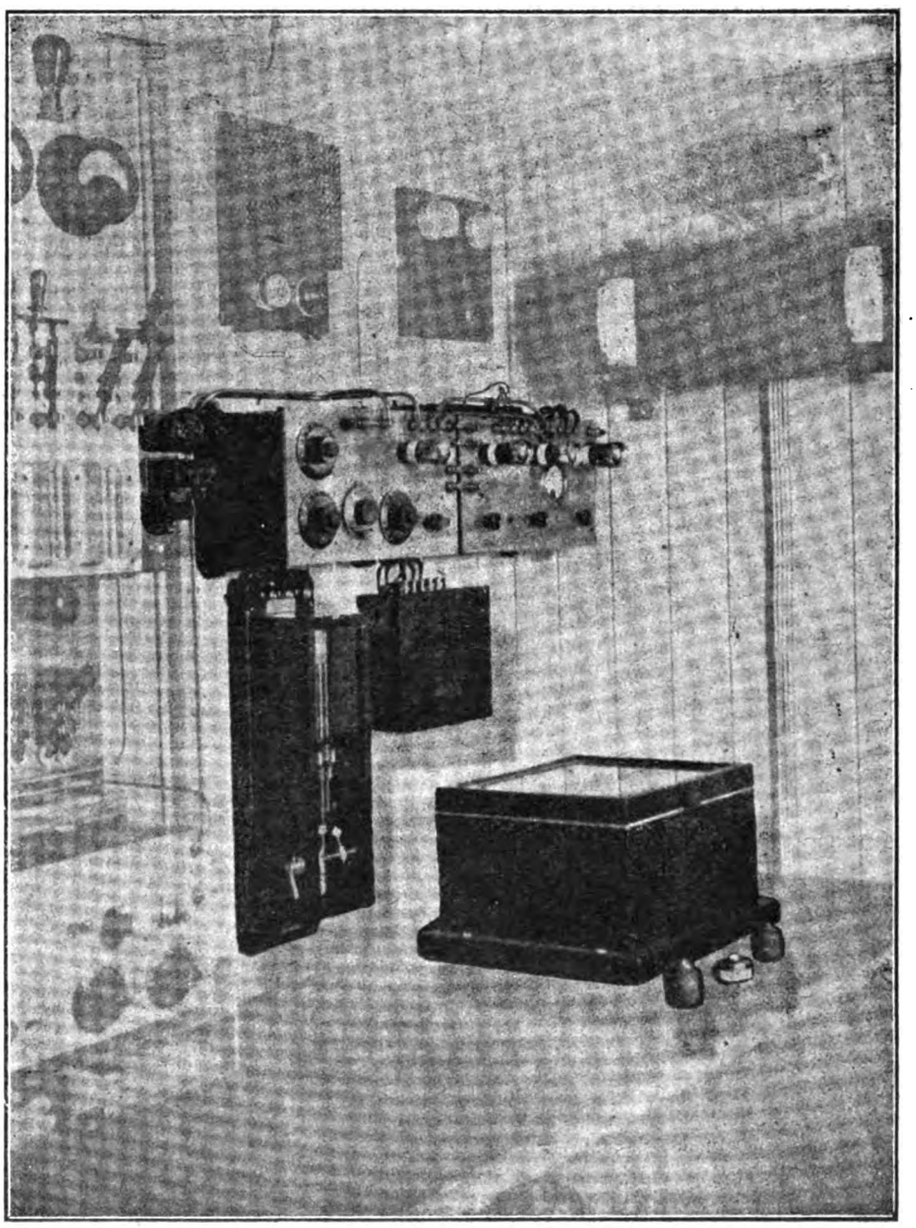
On voit que cet appareil, relativement simple, répond bien aux conditions imposées, puisqu'il ne provoque l'action des sonneries qu'après la réception de trois traits consécutifs d'une durée comprise entre trois et cinq secondes et à condition que les espaces séparant ces traits soient d'une durée inférieure à deux secondes.

La boîte de réception se présente sous la forme d'un récepteur de bord ordinaire, mais les différents boutons de commande sont remplacés par les dispositifs à clef. Après les réglages, la clef est enlevée pour éviter tout déréglage accidentel.

Le sélecteur et son relais d'entrée sont enfermés dans une boîte étanche nitrée, permettant de contrôler de visu le fonctionnement. Des clefs permettent le réglage des dash-pot.

L'ensemble est complété par un système commutateur avec passage réception transmission.

L'Amirauté britannique, après avoir soumis l'« auto alarm » Marconi à des essais pratiques, l'a finalement homologué et, à l'heure actuelle, bon nombre de navires anglais sont équipés avec cet appareil.



" Auto-Alarm " Siemens, de Londres.

« AUTO ALARM » SIEMENS DE LONDRES

L'ensemble Siemens est composé de quatre parties : le récepteur, l'amplificateur, le régulateur à diapasons et le sélecteur.

Le récepteur comprend les circuits d'accord montés en Tesla et une lampe détectrice à réaction, c'est-à-dire qu'il est assez syntonisé ; il peut être accordé entre 580 et 620 mètres de longueur d'onde ; il se présente sous la forme d'une boîte dont le plateau avant porte la lampe et les différents boutons de réglage.

L'amplificateur comporte deux lampes amplificatrices de basse fréquence et une valve de redressement ; ces lampes sont montées sur le plateau de l'appareil ; elles ont chacune un rhéostat de chauffage ; un milliampèremètre est, en outre, placé dans le circuit plaque de la valve de redressement, permettant ainsi le contrôle de l'intensité du courant passant dans le relais du sélecteur.

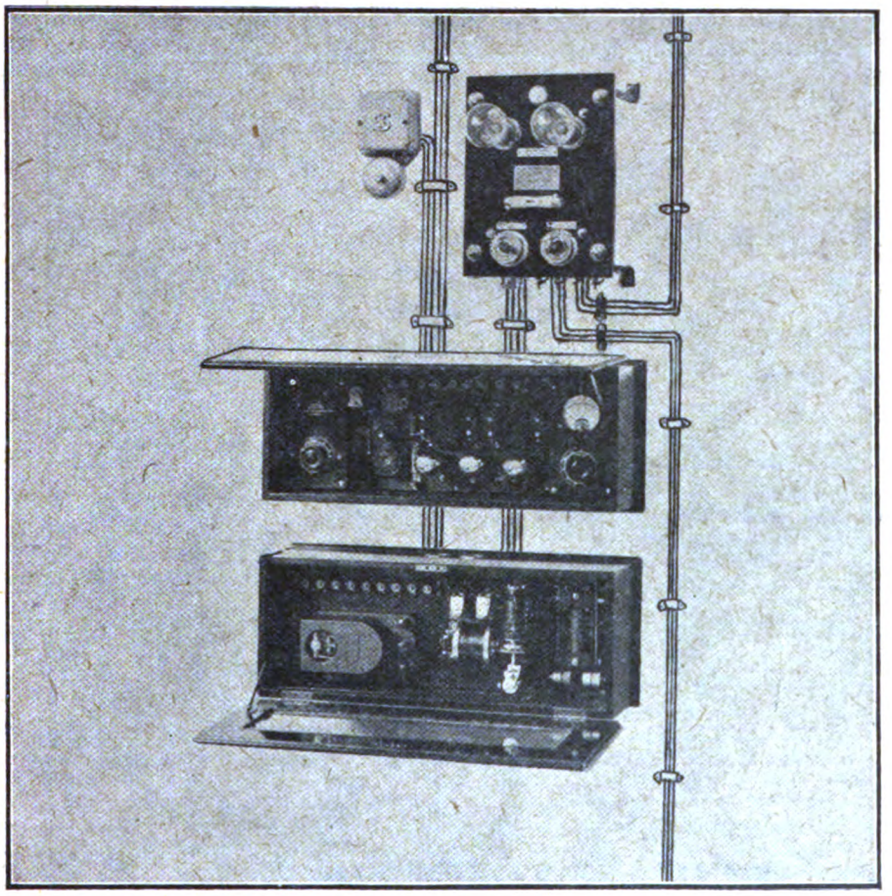
En fait, ce matériel est du type normal de bord ; il serait sans doute avantageux de le protéger contre les déréglages accidentels.

Le régulateur à diapason est des-

Digitized by Google

tiné à maintenir constante la vitesse d'un petit moteur phonique entraînant le mécanisme sélecteur. Ce régulateur, constitué par un diapason dont la vibration est entretenue électriquement, est alimenté, comme le moteur, par une batterie d'accumulateurs.

Le sélecteur comprend une série de cames qui peuvent être accouplées au moteur phonique à vitesse constante. Ces cames commandent



Appareil "Auto-Alarm" de la Radio Communication Company.

différents circuits, comme il sera expliqué par la suite.

Une came principale est constituée par un disque métallique portant trois dents placées à 90 degrés les unes des autres. La position de repos de cette came est telle que la première dent se trouve à 90 degrés du bec d'un cliquet reposant sur la périphérie du disque.

Lorsqu'un signal arrive, le relais du sélecteur actionne un embrayage magnétique qui accouple la came à l'arbre moteur ; la vitesse du système est telle que la came se déplace de 90 degrés en trois secondes et demie ; il en résulte que, si le premier trait a au moins cette durée, la première dent vient s'engager sous le cliquet.

Après la réception du trait, le relais n'est plus excité et l'embrayage est relâché, la came s'arrête et reste encliquetée par sa première dent.

Lors de la réception du second trait, la came principale est de nouveau embrayée sur le moteur et parcourt encore 90 degrés : la seconde dent vient en prise avec le cliquet.

Pendant le silence suivant, l'embrayage est relâché, la came s'arrête, encliquetée par sa seconde dent.

Enfin, lors de la réception du troisième trait, la came avance encore de 90 degrés et, finalement, s'étant déplacée de 270 degrés, ferme un contact actionnant les sonneries d'alarme.

On voit ainsi qu'un signal correct provoquera l'action des sonneries.

Une seconde came est embrayée en même temps que la came principale, mais elle est mise au repos pendant chaque silence. Cette seconde came a un profil tel que, si le trait et par conséquent la durée de la rotation atteint 5 secondes, un contact soit fermé, celui-ci commande le circuit d'un électro qui attire le cliquet. La came principale est ainsi libérée et rappelée à sa position de départ sous l'action d'un ressort.

La came principale porte à la hauteur de chaque dent un téton qui, lorsque la came est arrêtée pendant les silences, vient fermer le circuit d'un second embrayage. Ce dernier, à son tour, accouple au moteur une troisième came dite « came de silence », qui se met en mouvement et arrive à fermer un contact si le silence atteint la durée d'une seconde et demie. Ce contact commande également l'électro de cliquet ; il en résulte que l'ensemble est mis au repos si le silence dépasse une seconde et demie.

Cet appareil mécanique, notablement différent du système Marconi, est monté dans une boîte étanche vitrée ; il comporte quelques sécurités ; c'est ainsi qu'une sonnerie spéciale est actionnée lorsqu'une des lampes s'éteint ou encore lorsque le moteur s'arrête ; un contact centrifuge, placé en bout d'arbre du moteur, commandant le circuit de la sonnerie.

A la mise en service, les diapasons et le moteur doivent être mis en route à la main. Le moteur comporte à cet effet un système de lancement.

« AUTO ALARM » DE LA RADIO COMMUNICATION COMPANY

L'ensemble de la R. C. C. est formé d'un récepteur et d'un sélecteur.

Le récepteur comprend un circuit d'accord Tesla, une lampe détectrice à réaction, une lampe amplificatrice de basse fréquence et une valve de redressement alimentant le relais d'entrée du sélecteur. Le redressement se fait par polarisation négative de la grille de la valve. Un milliampèremètre est intercalé dans le circuit plaque pour contrôler le courant alimentant le relais d'entrée du sélecteur. L'ensemble est complété par un relais à manque de voltage qui ferme le circuit d'une sonnerie si une des lampes vient à s'éteindre. Le récepteur est enfermé dans un coffret vitré.

Le sélecteur se rapproche beaucoup, par sa constitution, du dispositif « Siemens » ; il comprend un petit moteur phonique à vitesse constante, contrôlé par un électro-diapason, le tout alimenté par une batterie d'accumulateurs. Le moteur doit être lancé à la main lors de la mise en service.

Un tambour isolant peut être accouplé au moteur par l'intermédiaire d'un embrayage électro-magnétique.

Si le signal est correct, le tambour est entraîné constamment et vient finalement fermer le contact des sonneries d'alarme. Si le signal est incorrect, le tambour est débrayé et revient à sa position de départ.

Pour réaliser cette condition, le tambour porte des épaulements convenablement disposés pour fermer ou ouvrir différents contacts au cours de sa rotation. Ces contacts commandent les circuits de deux relais :

Digitized by Google

le relais d'embrayage et le relais d'espace.

Le relais d'embrayage qui provoque l'embrayage est d'abord commandé par le relais de T. S. F. pendant les signaux, il trouve ensuite un circuit de garde par un contact du relais d'espace pendant les silences, ce dernier étant lui-même commandé par le plot de repos du relais de T. S. F.

Mais le relais d'espace ne peut être excité que si les silences ont bien lieu aux moments convenables ; sinon, il n'y a pas concordance entre la mise au repos du relais de T. S. F. et la fermeture de certains contacts commandés par le tambour, si bien que le relais d'espace ne fonctionne pas et que le relais d'embrayage ne se maintient pas excité ; le tambour vient alors au repos.

Cet appareil est également placé dans un coffret vitré contenant le relais de T. S. F., l'électro-diapason, le moteur, le tambour et les relais auxiliaires.

« AUTO ALARM » CHAUVEAU DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIOÉLECTRIQUE

Cet ensemble se compose de trois parties : le récepteur, le sélecteur et la boîte auxiliaire.

Le récepteur comprend un circuit d'accord en montage direct genre Oudin, une lampe détectrice à réaction, une lampe amplificatrice de basse fréquence et une lampe bigrille de redressement, alimentant un relais Baudot ; un milliampèremètre permet de mesurer le courant passant dans ce relais et un électro d'extinction actionne une sonnerie si l'une des lampes vient à s'éteindre. Le récepteur et son relais Baudot sont placés dans une ébénisterie fermée par une porte vitrée, afin d'empêcher tout déréglage accidentel.

Le sélecteur est uniquement composé d'un pendule et de relais téléphoniques.

Le pendule est constitué par un balancier circulaire qui est libéré dès la réception d'un signal ; ce balancier oscille à raison d'une période par seconde et ferme un contact à la fin de chacune de ses oscillations.

Ce contact commande un circuit comportant cinq relais montés en cascade et disposés de façon à être excités successivement à chaque impulsion au balancier ; il en résulte que, lors de la réception d'un trait de quatre secondes, le premier relais est excité à la fin de la première seconde, le second relais à la fin de la deuxième seconde, et ainsi de suite. Après la réception d'un trait, la cascade est mise au repos ; elle est prête ainsi à contrôler le trait suivant ; il en résulte que, si le signal correct est reçu, la cascade fonctionne trois fois.

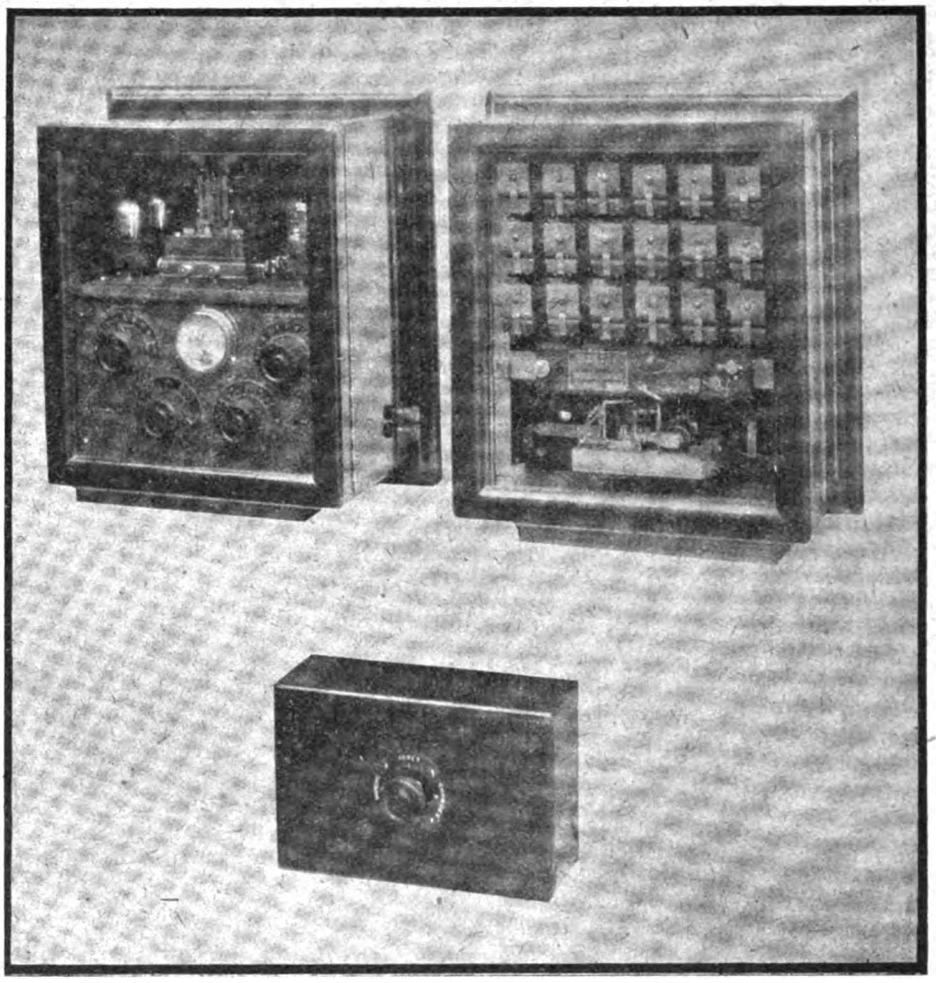
A chaque fois, le troisième relais de la cascade ferme un contact d'enregistrement qui commande à son tour une seconde cascade de trois relais ; le premier de ceux-ci enregistrera par conséquent le premier trait correct, le second relais enregistrera le deuxième trait et, finalement, au troisième trait, le troisième relais enregistreur fera fonctionner les sonneries d'alarme. Toutefois, les circuits de celles-ci ne sont complètement fermés qu'au moment du silence suivant le troisième trait, ceci pour éviter le fonctionnement des sonneries si le troisième trait est trop long.

La première cascade commandée par le balancier comprend cinq relais ; si la durée du trait atteint cinq secondes, le dernier de ceux-ci fonctionne et coupe tous les circuits, ce qui met l'appareil au repos ; ce dernier relais est appelé électro de zéro.

Dès le démarrage du balancier, un circuit est préparé pour alimenter l'électro de zéro ; ce circuit est mis sous courant dès qu'un silence se produit ; toutefois, il est coupé par le troisième relais de la cascade.

Il en résulte que, si le trait reçu a une durée inférieure à trois secondes, l'appareil est mis au repos.

Pendant les silences suivant l'enregistrement des deux premiers traits, un thermostat est mis sous courant ; cet appareil chauffe et vient finalement fermer le circuit de l'électro du zéro si la durée du silence atteint deux secondes.



Ensemble récepteur " Auto-Alarm ", système S. F. R. Chauveau.

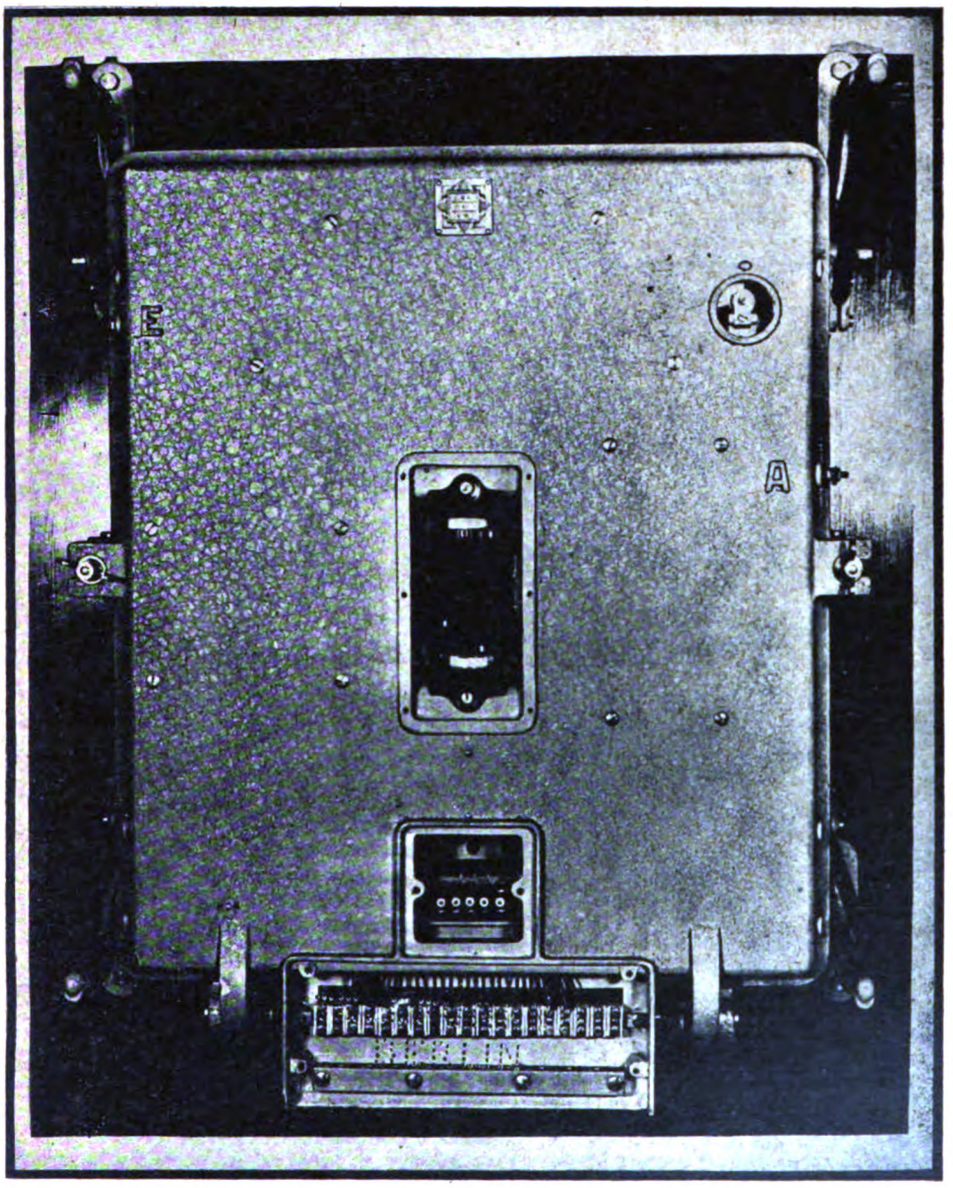
On voit qu'un tel sélecteur ne provoque l'action des sonneries d'alarme que si le signal est formé d'une série de trois traits d'une durée comprise entre 3 et 5 secondes, séparés par des silences d'une durée inférieure à deux secondes.

Un relais légèrement retardé est placé entre le relais de T. S. F. et le balancier ; il en résulte que les signaux télégraphiques ordinaires à vitesse manuelle sont sans action sur le système.

Ce sélecteur est placé dans une ébénisterie fermée par une porte vitrée permettant d'observer le fonctionnement du balancier, du thermostat et des différents relais.

Digitized by Google

L'installation est complétée par la boîte auxiliaire qui porte un commutateur à trois positions permettant de mettre l'ensemble en service ou au repos; la troisième position est utilisée pour renvoyer la batterie d'accumulateurs sur le tableau de charge



Appareil récepteur "Auto-Alarm", système Telefunken.

du bord. La boîte auxiliaire porte également les bornes de réunion des appareils entre eux ; elle comprend, en outre, un filtre qui est mis en service lorsque l'alimentation haute tension du récepteur est assurée par le courant du bord.

L'ensemble S. F. R. Chauveau présente de nombreux points intéressants : l'utilisation d'un balancier circulaire permet ce mesurer la durée des signaux avec la plus grande exactitude ; le balancier constitue en quelque sorte une véritable pendule électrique ; et on sait que, pratiquement, celles-ci peuvent fonctionner pendant plusieurs années tout en gardant une précision de l'ordre du millième.

Il n'en est pas de même des systèmes à dash-pot, sensibles aux variations de température et sujets à usure.

Les relais téléphoniques sont des organes à action rapide, venant immédiatement au repos quand leur circuit est coupé ; ils ne risquent pas d'intégrer petit à petit les signaux télégraphiques rapides ou superposés.

Le pendule, de même que les relais téléphoniques, sont réglés une fois pour toutes et par construction en usine; ils ne nécessitent, par conséquent, aucun réglage en exploitation.

L'appareil, ne comportant ni moteur, ni diapason, n'a aucun organe en marche tant qu'il n'y a pas de signaux ; les risques d'usure sont ainsi considérablement réduits ; en outre, les relais téléphoniques consomment infiniment peu de courant, si bien que l'appareil peut être laissé en service pendant un temps relativement long, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'utiliser des accumulateurs de forte capacité.

« AUTO ALARM » TELEFUNKEN DE BERLIN

La Société Telefunken n'a pas présenté son appareil à Londres. Elle s'est bornée à en exposer des photographies accompagnées d'une petite notice donnant très peu de renseignements techniques.

L'ensemble Telefunken se présente sous la forme d'une importante boîte étanche renfermant à la fois le récepteur et le sélecteur.

La caractéristique du récepteur est de ne pas utiliser la réaction, ce qui, évidemment, simplifie le réglage, mais cela au détriment de la sensibilité.

D'après certaines informations, il semble que le sélecteur Telefunken soit d'une conception voisine de celle du sélecteur S. F. R. Chauveau. Il comporterait, pour la mesure de la durée des traits, un contacteur périodique commandant un chercheur téléphonique pas à pas, l'enregistrement des trois traits se faisant par l'intermédiaire d'une cascade de relais.

L'ensemble Telefunen est alimenté par une batterie d'accumulateurs de 64 volts, fournissant constamment un courant de 1 ampère 5.

TRANSMETTEUR AUTOMATIQUE DE DÉTRESSE, SYSTÈME S. F. R. CHAUVEAU

Ce transmetteur est un appareil permettant à toute personne, même inexpérimentée, de constituer à l'avance le signal de détresse et de provoquer en temps voulu l'émission automatique du signal d'alarme et de détresse réglementaire qui est composé d'une série de douze traits de quatre secondes suivie du signal S. O. S., de l'indicatif d'appel du navire et de la position de ce dernier.

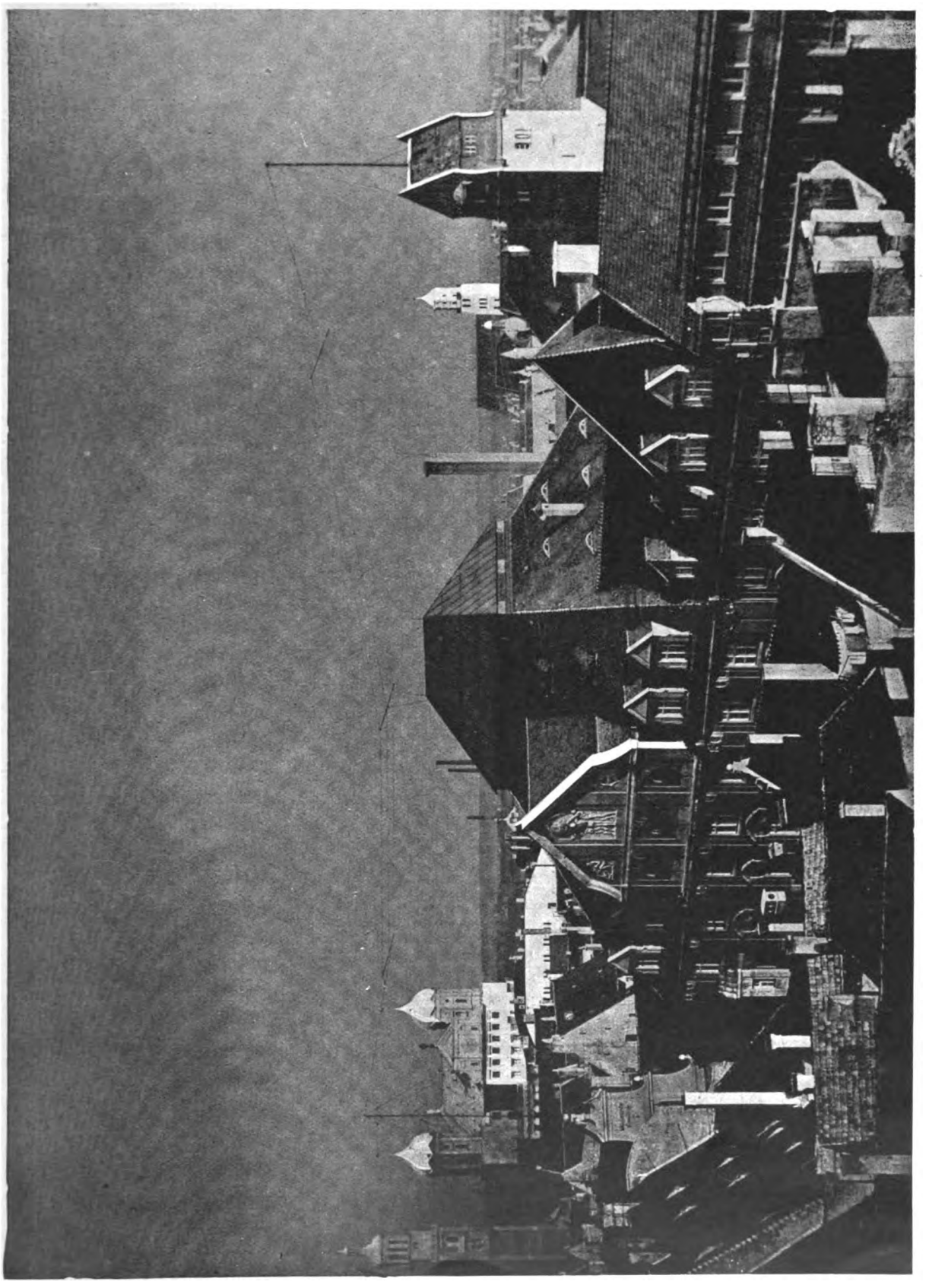
Cet appareil est formé de trois parties : le tableau de position, le coffret de manipulation automatique et le manipulateur d'alarme.

Le tableau de position comporte neuf régles métalliques verticales, sur lesquelles des curseurs peuvent être déplacés.

Les cinq premiers curseurs correspondent respectivement aux degrés et minutes de longitude, les quatre derniers aux degrés et minutes de latitude.

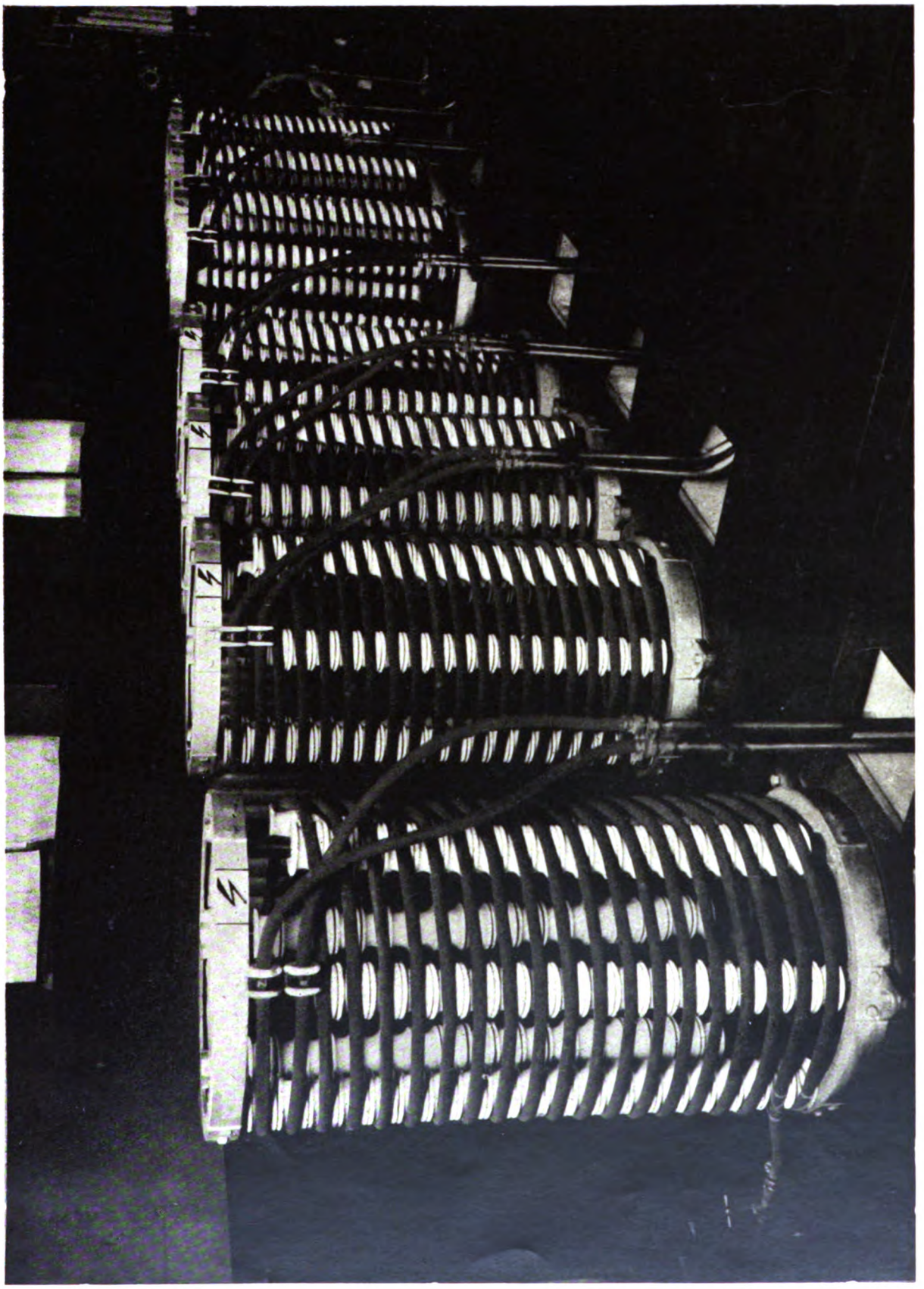
Les curseurs glissent sur 10 barres conductrices horizontales correspon-

Digitized by Google



L'ANTENNE DE LA STATION D'AUGSBOURG.

Digitized by Google



CANALISATIONS DE REFROIDISSEMENT DES LAMPES ÉMETTRICES DE ZEESEN.

Digitized by Google

dant chacune à un des chiffres 0 à 9. Le tableau porte, en outre, deux manettes de points cardinaux pouvant être placées sur des plots marqués Nord-Sud et Est-Ouest.

Ce tableau est placé sur la passerelle de navigation du navire ; l'officier de quart y inscrit en quelque sorte sa position à l'aide des curseurs et manettes et, en cas de sinistre, il suffit de fermer l'interrupteur de mise en marche pour que le signal de détresse soit lancé automatiquement par le poste de T. S. F. du navire sans que l'opérateur de ce poste ait à intervenir.

Le coffret de manipulation automatique placé dans le poste de T. S. F., est réuni au tableau par un câble à plusieurs conducteurs; il comporte un petit moteur entraînant à une vitesse convenable un tambour isolant. Sur ce tambour sont placées trois bagues métalliques représentant l'image en code Morse : 1° de l'indicatif d'appel ; 2° des différents chiffres 0 à 9 ; 3° des mots Nord, Sud, Est et Ouest. Ces bagues passent sous une rangée de balais ; chacun de ceux-ci est respectivement relié à une des barres horizontales 0 à 9 ou à un des plots N. S. E. ou O du tableau de position.

Une came amovible, placée sur le côté du coffret, porte des épaulements reproduisant le signal S. O. S.; elle commande un contact.

L'ensemble est complété par un distributeur formé par un collecteur à 19 lames sur lequel se déplace un balai. Ce dernier avance d'un pas à la fin de chaque rotation du tambour isolant.

Les trois premières lames du distributeur sont réunies à un plot de la came S. O. S., le balai du collecteur et l'autre plot de la came S. O. S. sont reliés au manipulateur du poste de T. S. F. Il en résulte que, si l'appareil est mis en marche, le signal S. O. S. est lancé trois fois.

Le balai du distributeur, rencontre ensuite une série de lames réunies à la bague conductrice représentant l'indicatif d'appel ; cette bague étant également reliée au manipulateur, l'indicatif d'appel est aussi transmis trois fois.

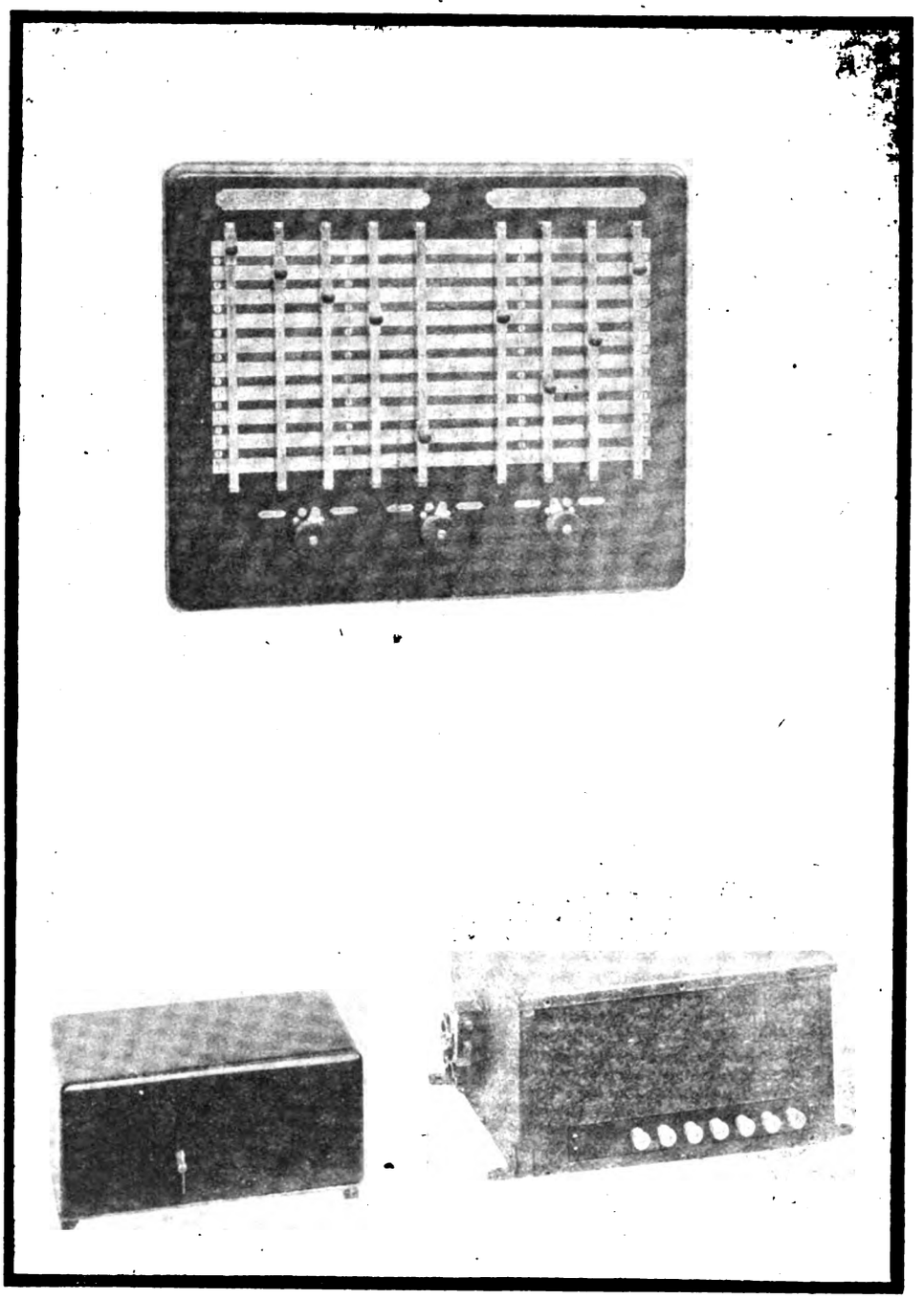
Le balai du distributeur, continuant sa marche, passe sur une troisième série de lames ; chacune de celles-ci est dans un ordre convenable reliée à une des règles verticales du tableau de position ou à une des manettes de points cardinaux. Il en résulte que, pendant sa rotation, le balai explore pour ainsi dire successivement chacune des règles ou manettes. Comme, d'autre part, ces règles sont réunies par les curseurs et les barres horizontales aux bagues représentant les chiffres et les points cardinaux, ces bagues étant elles-mêmes reliées au manipulateur, la position inscrite sur le tableau est transmise automatiquement par le poste de T. S. F.

Le manipulateur d'alarme comprend un petit moteur électrique entraînant une came à la vitesse d'un tour par minute ; cette came porte des parties conductrices et isolantes correspondant au signal d'alarme (12 traits de 4 secondes séparés par des intervalles d'une seconde). Des balais reliés au manipulateur du poste de T. S. F. frottent sur cette came; il en résulte que le signal d'alarme est transmis quand cet organe est en service. Ceci a lieu quand le balai du distributeur de position arrive sur sa première lame, car alors un relais agit pour arrêter le transmetteur de position et mettre en action le transmetteur d'alarme.

Grâce à ces dispositifs, dès la fermeture de l'interrupteur de mise en marche, le poste de T. S. F. du navire transmet continuellement et sans arrêt, à une cadence régulière, le signal d'alarme de détresse et de position.

Mais, sur cet ensemble, le transmetteur d'alarme peut être mis hors circuit et la came S. O. S., facilement amovible, peut être remplacée par d'autres cames représentant des signaux usuels du code international.

Dans ces conditions, l'appareil pour-



Transmetteur automatique de détresse système S. F. R. Chauveau.

Digitized by Google

ra être utilisé en dehors du cas de détresse ; il permettra, par exemple, à un petit bâtiment de pêche, n'ayant pas d'opérateur, de signaler périodiquement sa situation et sa position au cours d'une croisière.

Une application des plus intéressantes de cette dernière combinaison peut être faite sur les avions faisant les grands raids, à bord desquels il n'est pas toujours possible d'embarquer un opérateur de T. S. F. Un modèle spécial, de forme très réduite, a été réalisé par la S. F. R. à cette intention.

Conclusion. — Comme on le voit par l'étude précédente, la question de la réception et de la transmission automatique des signaux de détresse a fait l'objet de sérieuses recherches dans différents pays. L'industrie française tient une bonne place dans cette compétition, alors que l'industrie américaine ne semble pas représentée.

Les appareils peuvent être considérés comme étant maintenant au point, puisque la plupart d'entre eux ont été homologués officiellement par les gouvernements à la suite d'essais pratiques.

Ces dispositifs paraissent appelés à rendre les plus grands services aux navigateurs en augmentant leur sécurité. En effet, bon nombre de navires qui, jusqu'ici, n'assuraient qu'une écoute intermittente, vont pouvoir participer en permanence à la veille de détresse, ce qui augmentera très sensiblement les chances de réception des appels S. O. S.

Digitized by Google

LE FILM SONORE

(Suite et fin)

par Jean VIVIÉ, *Ingénieur Civil des Mines*

Procédé R. C. A. Photophone. — Nous terminerons l'exposé des procédés actuels d'enregistrement et de reproduction phonophotographiques en examinant les particularités du procédé *RCA Photophone* qui connaît actuellement une assez grande vogue : pour fixer les idées du lecteur, disons que le journal parlé *Pathé Magazine* et le film *Les Trois Masques*, la jolie production d'A. Hugon, utilisent les procédés d'enregistrement dont nous allons parler.

Le procédé qui porte les initiales de la *Radio-Corporation of America* où il fut étudié par C. A. Hoxie, utilise, comme le procédé *Movietone*, un film standard avec inscription sonore sur une bande latérale ; mais les détails de réalisation diffèrent sur plus d'un point.

Au point de vue principe d'inscription sonore, le *Movietone* et le *Fox* enregistrent les sons sous forme de traits parallèles d'épaisseur constante et de densité variable, tandis que le Photophone opère par traits de densité constante et de longueur et d'épaisseur variable.

Je crois qu'il faut voir dans cette technique différente la supériorité assez nette du Photophone au point de vue qualité de reproduction : toutefois, cette qualité est loin d'être parfaite et les notes basses sont exagérées, comme elles le seront toujours dans ces systèmes où la bande d'inscription sonore est trop réduite : il faut, en effet, tenir compte du *grain* du film et observer, d'autre part, que l'on ne peut imprimer sur la pellicule des opacités variant dans de trop grandes proportions.

A l'enregistrement, on utilise deux films distincts : un pour la photo, un pour le son ; si l'enregistreur phonique est distinct de la camera, la synchronisation des vitesses de passage des 2 bandes est assurée par l'emploi de moteurs synchrones qui donnent aux films une vitesse de déroulement d'environ 27,5 mètres par minute.

Les sons sont captés par un microphone condensateur et les courants de modulations ont amplifiés par 2 étages à résistances ; on utilise, pour un bon enregistrement, plusieurs microphones, et leurs courants amplifiés attaquent la première lampe de l'amplificateur d'inscription qui comporte 4 étages, si bien que les courants fournis par les microphones subissent une amplification de 100.000.000. L'organe d'inscription est, comme dans le procédé GPP, un galvanomètre oscillographique à fil de molybdène et miroir ; un rayon lumineux tombant sur ce miroir est renvoyé et concentré par des lentilles sur une fente mesurant 7,1 × 0,5 %; un système optique donne de cette fente éclairée une image formée dans le plan du film et mesurant 1,8 × 0,0125 %; le fonctionnement du système d'impression s'effectue comme dans le procédé *Gaumont* : en l'absence de courants microphoniques, le miroir du galvanomètre n'éclaire que la moitié de la fente, mais, sous l'effet des courants de modulation, le miroir oscillant trace des traits de longueur variable. Ainsi les traits seront d'autant plus longs que l'intensité sonore sera plus grande, d'autant plus fins que la fréquence du son émis sera plus élevée ; un tel mode de reproduction permet donc l'inscription des harmoniques qui se traduira par de fines franges au bord d'un trait dont la largeur est fonction de la fréquence du son fondamental. Il est évident que l'inscription des harmoniques est, au contraire, presque impossible avec les systèmes *Movietone*.

Pour repérer les films photo et phono et permettre au tirage d'imprimer sur le film de projection les enregistrements correspondants, le procédé *Photophone* utilise la méthode suivante : une petite lampe placée dans la camera peut impressionner le film sur la bande placée en dehors des perforations ; d'autre part, un volet commandé par un électro permet de masquer ou démasquer cette lampe. En appuyant sur un bouton de contrôle, on pourra donc imprimer sur les deux films deux marques de synchronisation.

Signalons encore que le film utilisé pour l'enregistrement phonographique est une émulsion positive dont le grain est beaucoup plus fin que celui des émulsions négatives et permet ainsi de réduire le bruit de fond.

Un décalage de 1 mètre entre les enregistrements photo et phono est prévu lors du tirage sur la bande de projection qui est du type standard de 35 % et présente sur le côté droit les franges d'inscription sonore sur 1 % 8 de large.

La reproduction s'opère par cellule photo-électrique : la cellule au césium-argent à gaz inerte est excitée sous 200 volts continu et attaque un transformateur rapport 12/1 qui précède l'amplificateur constitué par 3 étages push-pull, équipés avec des UX-210 et 1 étage push-pull de puissance, équipé de 2 lampes UX-250 ; un système de potentiomètre permet le passage sans interruption d'un projecteur sur un autre, lors du changement de bande.

Procédé Triergon. — Le procédé allemand, mis au point par *Vogt, Engel et Massole* et exploité par la « Tonbild », opère l'inscription sonore, comme le *Movietone*, par opacité variable ; le *Triergon* a voulu, pour garder la largeur de l'image, placer la bande d'inscription sonore en bordure du film, au delà des perforations ; mais, un tel procédé exigeait un film de 45 % de large et, comme les projecteurs standard devenaient inutilisables, il semble bien que la « Tonbild » en soit venue à l'inscription sonore prise sur la largeur de l'image.

La prise de vues. = Nous avons examiné tous les procédés de films sonores actuellement existants ; ce faisant, nous avons montré tous les moyens possibles d'enregistrement synchronisé des imageset des sons ; nous avons, volontairement, peu insisté sur les caractéristiques techniques électriques des pièces de détail de ces installations ; nos lecteurs trouveront, en effet, dans les divers numéros du *Q. S. T. français*, des articles fort bien documentés sur la reproduction électrique des disques, sur les amplificateurs de puissance, sur les cellules photo-électriques.

Nous voudrions maintenant appeler l'attention de nos lecteurs sur les conditions spéciales qu'impose le film sonore à la prise de vues.

Lors de la prise de vues dans un studio, la première préoccupation est de se soustraire aux bruits extérieurs en disposant les studios dans des locaux aux murs à double paroi et à planchers disposés sur couches amortissantes de liège et flanelle. Pour

Digitized by Google

la même raison, les lampes à arc ou à vapeur de mercure, qui font entendre un certain grésillement, ont dû être abandonnées ; les lampes à incandescence 1 /2 watt à forte intensité les ont remplacées, mais comme leurs radiations sont surtout actives dans les parties jaunes du spectre, il a fallu de toute nécessité employer des films à émulsion panchromatique.

Un studio de prise de vues de films parlants et sonores ressemble de plus en plus à un studio d'une station d'émission : des tapis épais ou des feutrages couvrent le parquet et les murs pour éviter les effets de réflexion des ondes sonores : des signaux lumineux, qui s'allument, à volonté d'après les touches du pupitre du metteur en scène, ont remplacé avantageusement les... hurlements de ce dernier ! Il pourra d'ailleurs continuer à crier si cela lui fait plaisir car, dans la plupart des cas, il loge maintenant dans une cage capitonnée munie d'une vitre ; par la vitre, il voit les artistes et peut transmettre, comme il vient d'être dit, ses ordres aux artistes et à l'operateur ; d'autre part, un casque ou même un haut-parleur lui permet de contrôler l'enregistrement sonore qui de coutume se fait ordinairement dans ce même réduit.

La camera de prises de vues est disposée dans une caisse capitonnée montée sur pneus; il ne faut pas oublier, en effet, que l'opérateur n'a plus à effectuer le geste traditionnnel : c'est un moteur synchrone qui entraîne le film dans la camera, tandis qu'un autre moteur analogue entraîne le film d'inscription sonore.

La prise de vues d'actualités exige tout un attirail semblable, sauf qu'il n'y a plus ici à se protéger des bruits extérieurs, mais bien plus à chercher à les enregistrer le mieux possible ; nous retrouverons donc la camera de prises de vues avec son moteur blindé, et une petite sous-station électrique dans une camionnette auto peu éloignée; dans cette camionnette se trouvent le groupe électrogène de courant alternatif et l'appareil d'enregistrement sonore; un câble à âmes multiples réunit la camera de prises de vues et les microphones à la camionnette ; bien des Parisiens auront probablement eu l'occasion de voir cette installation.

Signalons que le procédé *Fox* à lampe au néon permettait de réunir, sous un assez faible volume, les enregistreurs de vues et de sons dans la même camera ; mais, outre que le procédé exige d'inscrire les sons sur la pellicule négative elle-même, l'éclat de la lampe au néon est assez faible et les résultats ne sont pas très satisfaisants.

L'avenir du cinéma parlant. On peut déjà en parler... et commencer par une *critique très sévère* des productions américaines en matière de film sonore : elles possèdent la lourdeur, la niaiserie, l'ineptie et le grotesque des films muets qui nous sont venus depuis plusieurs années d'outre-Atlantique. Peut-on imaginer film plus absurde que l'*Arche de Noé*, plus insignifiant que la *Symphonie nuptiale* ? Le film de M. Chevalier échappe à cette critique, car l'artiste y a apporté le charme et la simplicité propres au talent français; si l'on veut réellement juger ce dernier, qu'on aille voir et entendre *Les Trois Masques*, film pour lequel cependant on mit en œuvre des mises en scènes beaucoup moins fastueuses.

Nous touchons ici la raison, l'éternelle raison pour laquelle nous venons toujours après les étrangers... l'Argent ! Les commanditaires français sont moins généreux que ceux des Amériques et ne veulent placer leurs capitaux qu'à coup sûr : il faut donc végéter en attendant que des sociétés étrangères viennent nous ravir notre propre marché. Heureusement, le film sonore américain ne semble pas devoir réussir beaucoup en France, mais, par contre, la *Symphonie du Monde* de la « Tonbild, » que l'on a pu voir en même temps que *Les Trois Masques*, nous montre que les Allemands sauront tirer un excellent parti du film sonore.

Que sera le film sonore ? Je veux dire, dans quelle branche se développera-t-il ? Scénario, dessin animé ou actualité ?

Si nous entrevoyons seulement les possibilités d'extension du scénario sonore, nous les voyons bien réduites : ou bien l'on fera du studio et, dans ce cas, une scène de théâtre sera au moins aussi bonne, ou bien on utilisera les possibilités du cinéma pour faire de la prise de vues en plein air et, dans ce cas, l'enregistrement sonore exigera de grands frais, car... j'oubliais de dire au lecteur que je ne tiens aucun compte des films pour lesquels on a imprimé sur une pellicule un accompagnement musical quelconque ; je n'appelle pas cela du film sonore ; je ne conçois le film sonore qu'avec l'enregistrement synchronisé des bruits réels de l'action filmée. Pour se rendre compte des possibilités du cinéma parlant dans ce cas, qu'on se rappelle le sifflement des sirènes de bateau, le bruit des chaînes de cabestan, le halètement des locomotives que nous a représentés le film allemand précité.

Le dessin animé sonore, au contraire, a été une révélation : jamais on n'aurait pu se faire une idée de l'effet comique atteint en conjuguant la satire musicale avec le dessin humoristique. Il y a réellement là quelque chose de nouveau, qui peut d'ailleurs être exploité dans un sens tout différent pour faire du cinéma éducateur; le schéma vivant pourra être expliqué en même temps qu'il sera vu, et on le combinera heureusement avec la présentation de vues filmées montrant les objets réels en fonctionnement.

J'en arrive aux actualités parlantes, et je crois pouvoir affirmer qu'elles constituent vraiment le triomphe du film sonore : avec un tel débouché, l'industrie du cinéma parlant peut être assurée de vivre toujours; cette impression, je l'ai déjà exprimée au commencement de cet article; je me permets d'y insister à nouveau. Que ceux qui ont vu et entendu dernièrement dans les salles de cinéma les cérémonies du 11 novembre à Paris et à Londres, présentées successivement par *Pathé Gazette*, veuillent bien se rappeler le contraste saisissant que l'enregistrement sonore apportait aux images : d'un côté, les musiques militaires et les fanfares entraînantes, avec le bruit des troupes en marche et les acclamations de la foule, de l'autre côté, les musiques religieuses (quoique également militaires) et les cantiques, avec le silence du peuple assemblé. Le film sonore a concrétisé la différence de mentalité de deux races, et les actualités muettes l'auraient fait à peine entrevoir.

Un dernier mot avant de terminer cet exposé : celle de la langue parlée.

Dans un article de *L'Antenne*, notre ami P. Berché écrivait : « ... Les 100 % *talkies*, c'est-à-dire compréhensibles pour 15 % à peine du public français. » C'etait une critique pour le film parlant américain, mais il faudrait d'abord y voir une critique pour nous : trop peu de gens en France apprennent les langues étrangères, et il serait souhaitable que les 100 % talkies fussent compréhensibles pour 50 % au moins du public français; cela prouverait que la moitié des Français comprennent la langue anglaise... et que nous serions par suite plus aptes à combattre Anglais et Américains.

Le film parlant fait également revivre la question de l'esperanto, mais pas plus qu'avec la T. S. F. je doute que cette langue hybride, à laquelle chacun apportera son accent, puisse réussir avec le film sonore.

Mais il faudrait tout de même que l'on puisse entendre en France des films parlants français, réalisés en France, car les prochains que nous pourrons entendre auront été tournés à Berlin ou à Hollywood, alors que le procédé G. P. P. est de loin le meilleur de tous.

... Que ces petits détails ne nous fassent pas oublier que l'*inventeur et le réalisateur* du cinéma sonore est un Français, *L. Gaumont*, qui, en 1910, présentait le *chronophone* et faisait entendre du *film parlant*, appelé aujourd'hui *talkies*... et qui en 1918 déposait le premier brevet de *lecteur électromagnétique* pour disques, appelé aujourd'hui *pick-up*.

Digitized by Google

APPAREILS, MÉTHODES ET FORMULES de MESURES

(Suite)

par Jean VIVIÉ, *Ingénieur Civil des Mines*

OSCILLATEURS A LAMPES H. F., B. F. ET H. F. MODULÉE.

LES appareils de mesure à lampes thermoioniques sont certainement les plus intéressants pour la technique radioélectrique : ils sont fort peu répandus en France, mais très utilisés en Allemagne et aux U. S. A., où les laboratoires techniques des publications de T. S. F. les emploient pour tracer les courbes de sélectivité et de sensibilité des récepteurs de tous genres.

Les oscillateurs à lampes ne sont que des appareils accessoires de l'instrument de mesure par excellence qu'est le voltmètre thermoionique... Mais l'on sait que les accessoires sont souvent plus importants que le principal.

Générateurs à haute fréquence non modulée. — Nous n'apprendrons rien aux amateurs en leur rappelant les montages permettant l'entretien des oscillations H.F. par la lampe à 3 électrodes : nous nous contenterons de rappeler la condition limite d'entretien, ou *condition éolienne de Blondel*:

$$R + \frac{L + RM}{C\rho} = 0$$

L et R coefficient de self-induction et résistance de la bobine du circuit oscillant, C capacité du condensateur d'accord.
K et ρ coefficient d'amplification et résistance interne de la lampe.

Nous avons vu également les caractéristiques d'oscillation des lampes triodes : les schémas d'oscillateurs H. F. sont nombreux : la figure 42 en montre quelques-uns parmi les plus répandus.

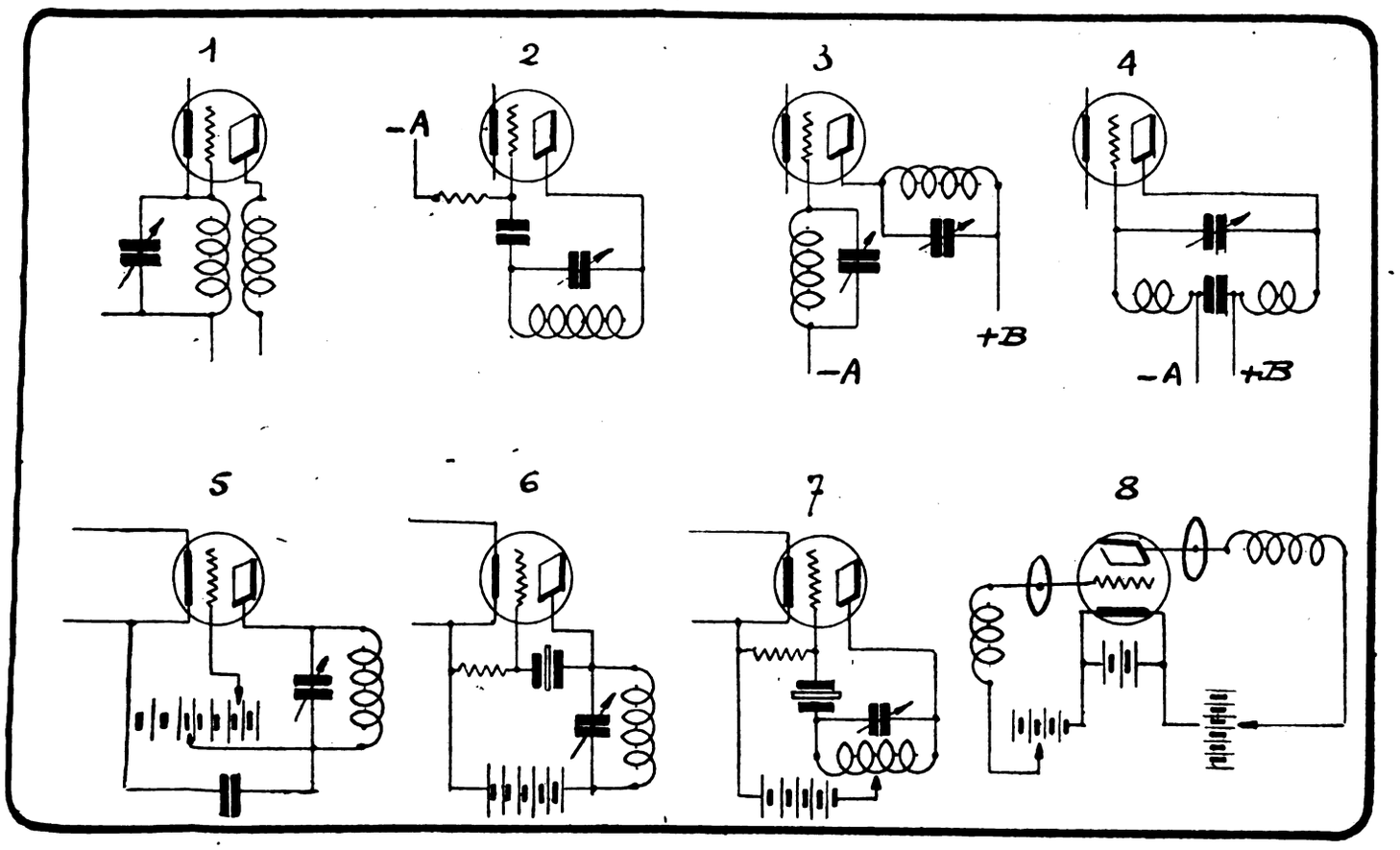


Fig. 42.

Digitized by Google

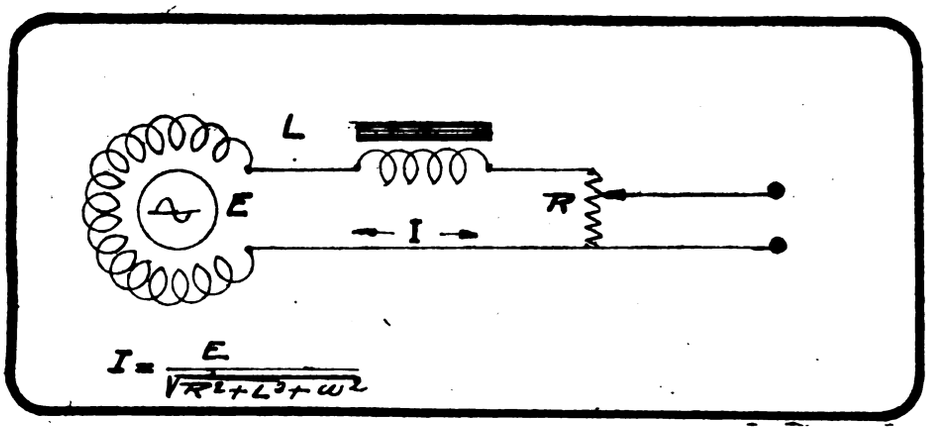


Fig. 43.

Dans le cas qui nous occupe spécialement d'un générateur d'une oscillation H. F. devant être utilisée pour un circuit de mesure, le problème comporte quelques points délicats :

Tout d'abord, l'oscillation doit être appliquée en un point d'un circuit et doit pouvoir être dosée : cela implique donc le blindage absolu des oscillateurs H. F. utilisés, et l'emploi de circuits de couplage plus ou moins compliqués dont on verra la constitution dans l'exposé des circuits de mesure.

Il faut encore obtenir une oscillation pure, exempte d'harmoniques, d'amplitude égale... et, condition presque inutile à énoncer, à fréquence constante.

La constance de la fréquence s'obtient surtout mécaniquement par la précision d'exécution des selfs et condensateurs, par la régularité des sources d'alimentation, ou (cas du quartz) par la commande des oscillations au moyen d'une vibration bien nettement définie (des enceintes à thermostat sont le plus souvent utilisées). Il peut être question du rendement d'un oscillateur de mesure, car elle se trouve liée à la forme du courant plaque : c'est, en effet, dans les conditions du maximum de puissance, donc d'un rendement faible... que le point de fonctionnement se trouve au milieu de la branche ascendante de la caractéristique; dans ces conditions, la courbe du courant plaque est une sinusoïde symétrique.

Toutefois, cette conclusion est erronée en ce sens que l'oscillateur ne saurait atteindre un régime stable avec une caractéristique indéfiniment droite : la stabilisation ne se produit que parce que le point de fonctionnement atteint au maximum d'amplitude le coude de la caractéristique ; il en résulte immédiatement une déformation de la forme sinusoïdale du courant plaque et, corrélativement, l'apparition d'harmoniques. En résumé, on pourra réaliser, soit un oscillateur à puissance maxima et stabilité minima avec un courant pauvre en harmoniques... soit un oscillateur très stable mais exagérant les harmoniques du courant plaque ; le couplage et la tension grille permettent de se régler sur l'un ou l'autre de ces modes de fonctionnement.

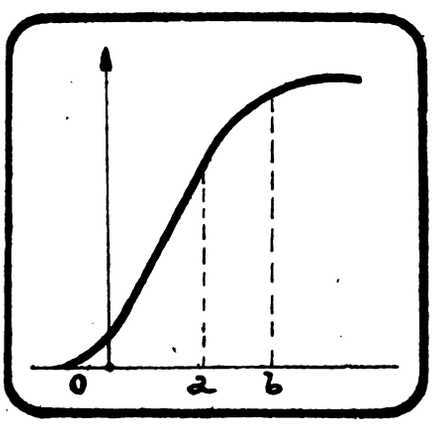


Fig. 45.

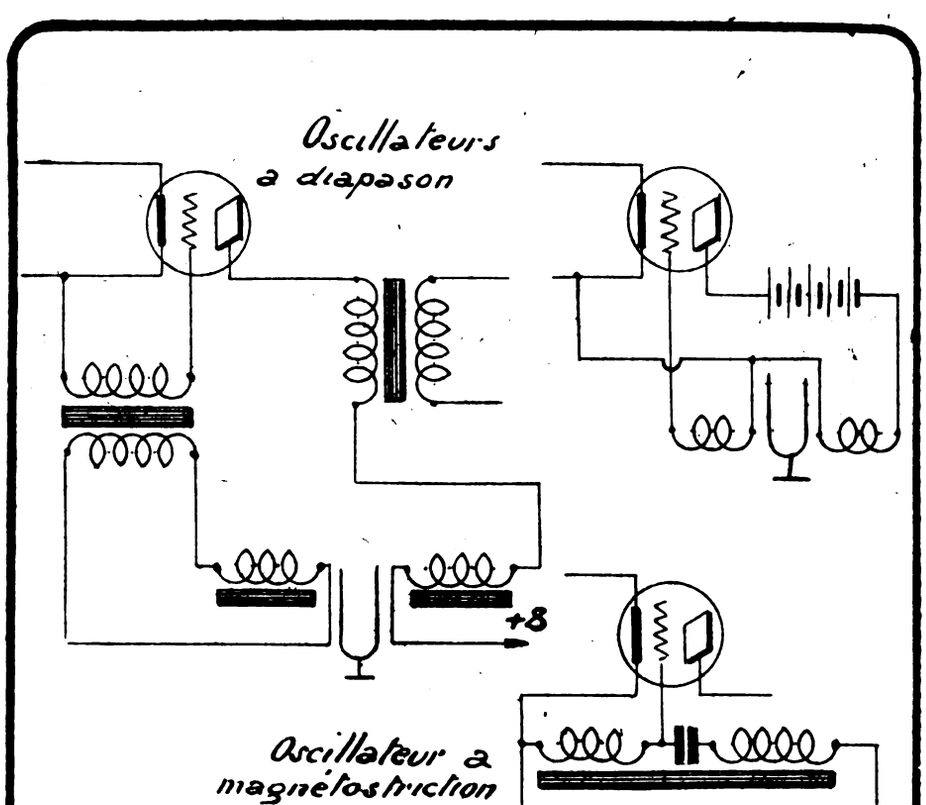


Fig. 44.

Générateurs à fréquence audible. — L'obtention d'une oscillation à fréquence audible pose un problème encore plus délicat, et cela explique le nombre de solutions variées qui ont pu être proposées.

I. — Bien que nous soyons au chapitre des appareils à lampes audion, il faut d'abord exposer le principe des *générateurs électro-mécaniques.*

Un alternateur à feu tournant est un générateur d'oscillations à fréquence audible, où la variation de la vitesse du moteur entraînant l'alternateur servira à régler la valeur de la fréquence ; mais un dispositif particulier doit permettre de régulariser la tension à toutes les fréquences : c'est là ce qui distingue les divers modèles de générateurs B. F., la *machine de Franck*, où un alternateur type *Bethenod* (fig. 43) à faible résistance interne débitant sur une inductance pure.

II. — Une 2e classe de générateurs B. F. est celle des oscillateurs à audion commandés mécaniquement, soit par un *diapason*, soit par un phénomène de *magnéto-striction* : la figure 44

Digitized by Google

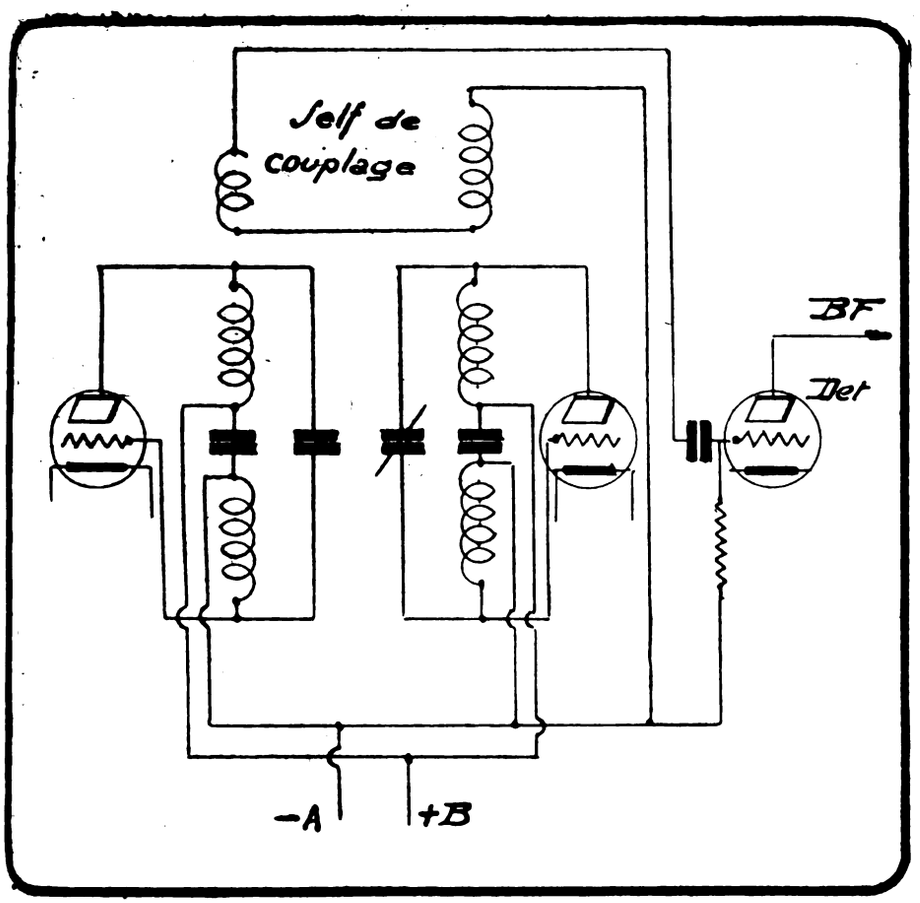


Fig. 46.

donne quelques schémas correspondants ; il convient d'ajouter que ces oscillateurs ne permettent pas d'obtenir une gamme très étendue ni très variable de fréquences, et que la température de l'enceinte de l'oscillateur doit être bien définie.

III. — Les générateurs à fréquence audible, formant la 3e classe, sont très employés aux U. S. A. : ils sont basés sur le phénomène bien connu des battements de 2 oscillateurs H. F. Toutefois, l'obtention d'une oscillation sinusoïdale pure avec ce genre de montage nécessite quelques précautions. Tout d'abord, il suffit d'avoir un hétérodyne à fréquence fixe, et un autre à fréquence réglable par le jeu d'un condensateur variable ; mais on a remarqué que le système fonctionnait beaucoup mieux en choisissant des amplitudes d'oscillations inégales pour les 2 hétérodynes. En effet, considérons (fig. 45) la caractéristique plaque, et supposons que l'on produise l'oscillation B. F. avec des oscillations H. F. d'amplitudes égales ; le point de fonctionnement se déplacera entre O et T et la courbure de la caractéristique de plaque provoquera une distorsion, d'où apparition d'harmoniques ; si, au contraire, on choisit une des selfs de couplage, celle de l'hétérodyne fixe (fig. 46) cinq à six fois plus faible que l'autre, on aura en réalité affaire à une oscillation H. F. d'amplitude A modulée par les oscillations H.F. de l'hétérodyne fixe d'amplitude a ; or, on sait que l'intensité de l'onde de battement varie entre $A + a$ et $A - a$, donc que l'amplitude sera :

$$\frac{(A + a) - (A - a)}{2} = a$$

par suite constante.

On réduira encore les harmoniques en adoptant la détection par caractéristique plaque et réglant la polarisation de façon que le courant grille soit nul : cette condition est réalisée dans le montage de *Kirke* (fig. 47). Enfin, l'oscillation B. F. sera exempte d'harmoniques si l'une des composantes H. F. est purement sinusoïdale : on y arrivera, d'une part, par un couplage lâche du circuit L_1L_2C avec l'oscillateur à fréquence fixe et, d'autre part, par l'accord pointu de ce circuit sur la fréquence de l'onde porteuse H. F. ; on réalise ainsi un filtre d'harmoniques passe-bas sur le circuit de débit de l'hétérodyne fixe.

Après détection, les oscillations B. F. sont amplifiées selon les besoins ; on emploiera des amplificateurs à liaison par résistance capacité avec interposition (fig. 48) de filtres destinés à supprimer les oscillations H. F. qui pourraient avoir passé après détection. On peut, avec ces montages, obtenir une oscillation B. F. où la proportion d'harmoniques est de 0,5 à 5 % et où

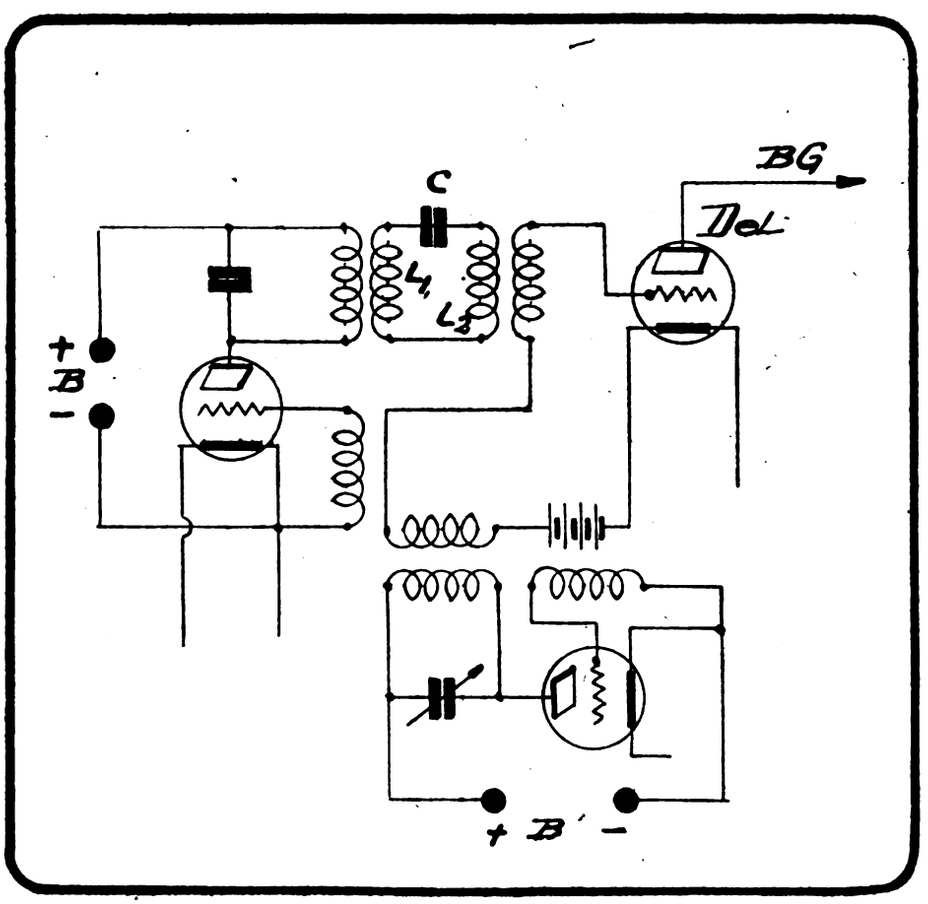


Fig. 47.

Digitized by Google

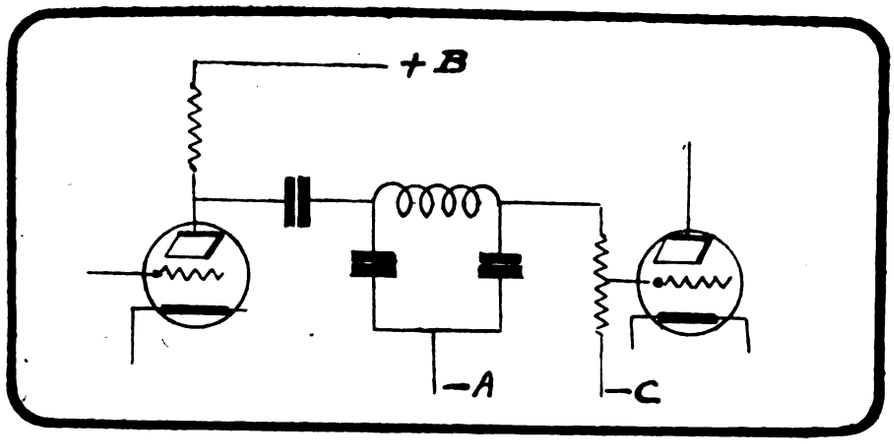


Fig. 48.

la tension alternative est constante à ± 5 % à toutes fréquences.

Signalons que certains expérimentateurs obtiennent l'oscillation B. F. par battement entre le 3e harmonique d'un oscillateur H. F. et l'oscillation résultante d'un oscillateur double à battement ; on réduit encore la présence des harmoniques.

On peut employer le Dynatron ou, plus simplement, un montage classique à couplage grille plaque ; la figure 49 donne le schéma utilisé par *Klotz* pour être employé à moduler une oscillation H. F.

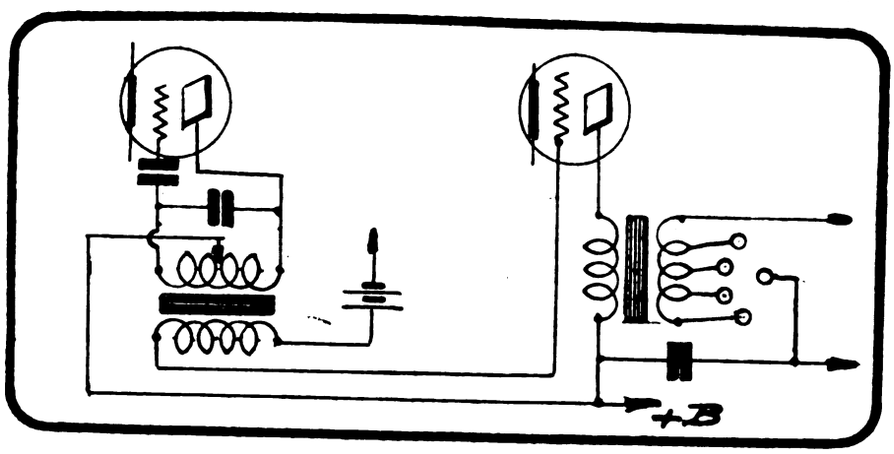


Fig. 49.

IV. — Dans une 4e classe d'oscillateurs B. F. à lampes, les plus simples, l'oscillation est produite directement par une trio de montée en self excitation.

V. — Enfin, les *oscillations de relaxation* peuvent être utilisées. Ces oscillations ont été étudiées par le physicien hollandais *Van der Pol*.

Elles expliquent le fonctionnement d'appareils pour lesquels on avait été obligé de bâtir des théories assez peu claires. On peut dire qu'on aura oscillation de relaxation chaque fois que la résistance d'un système oscillateur est fonction de l'amplitude de l'oscillation ; l'exemple classique est celui d'un tube au néon branché sur une capacité et alimenté à travers une résistance élevée (fig. 50) ; on comprend que le courant faible passant par R charge le condensateur C jusqu'à ce que la tension aux bornes de ce dernier atteigne la tension d'amorçage de la lampe qui s'allume alors et décharge en grande partie le condensateur C. Le phénomène se reproduit avec une période qui dépend des valeurs de C et de R, plus exactement du produit CR (le condensateur atteint la tension d'amorçage au bout d'un temps d'autant plus long que sa capacité est plus forte et que le courant de charge est plus faible). En choisissant C et R, on pourra réaliser telle période que l'on voudra.

Un appareil qui a utilisé le phénomène des oscillations de relaxations (sans que ses auteurs s'en soient doutés un instant) est le *multivibrateur* de *Abraham et Bloch*, dont la figure 51 donne le schéma ; il comporte 2 lampes dont les plaques et grilles sont alimentées à travers des résistances R_1R_2 et r_1r_2, chaque grille étant reliée à la plaque de l'autre lampe par un condensateur (C_1C_2). Le phénomène de relaxation s'y opère de la façon suivante : les 2 lampes forment un système oscillant à résistance négative, avec circuit apériodique ; dans ces conditions, un courant qui prend naissance doit augmenter indéfiniment, mais, en admettant avec Van der Pol que la résistance négative diminue lorsque le courant augmente, puis devient positive... on voit que le courant après avoir crû va tomber à 0, et le cycle recommencera. Par le choix convenable des quantités RCr, le multivibrateur pourra donner les fréquences fondamentales entre 400 et 40.000 per.-sec. mais le fonctionnement de l'appareil est assez instable, et il est indispensable de vérifier souvent la fréquence de l'oscillation produite.

Générateurs à H. F. modulée. — a

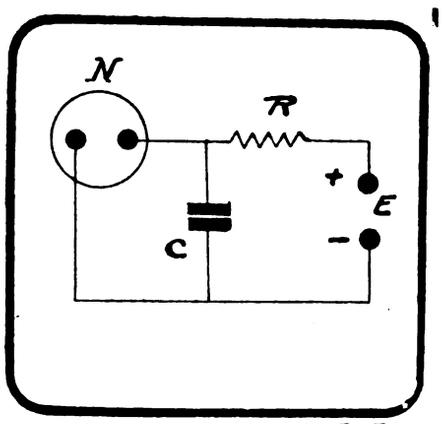


Fig. 50.

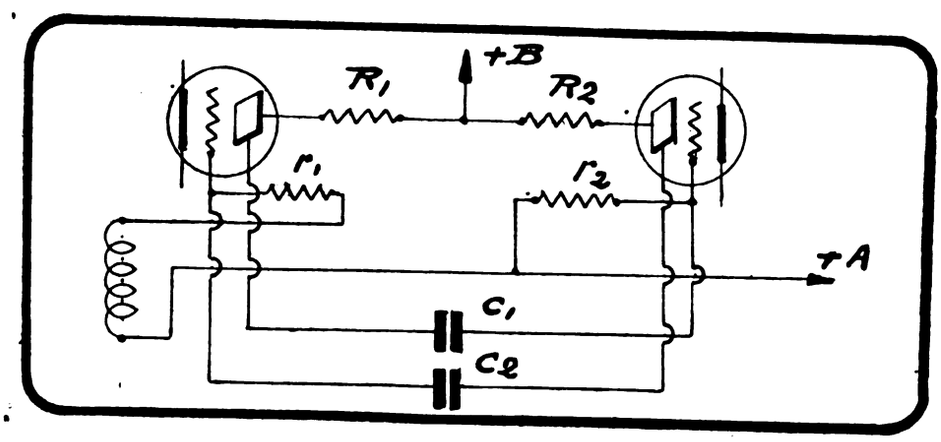


Fig. 51.

Digitized by Google

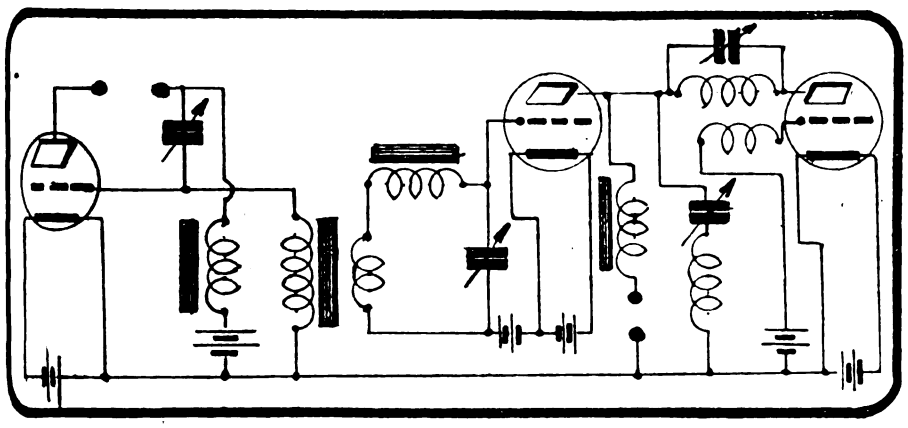


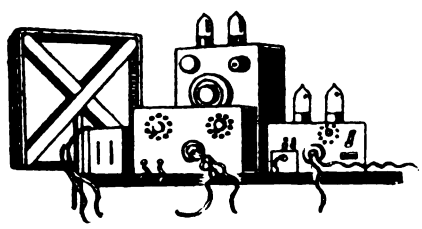
Fig. 52.

plupart des montages de mesure intéressants utilisent un étage détecteur : ils demandent donc à être alimentés avec du courant H. F. modulé.

A cet effet, il suffira d'utiliser un générateur à fréquence audible avec lequel on modulera une émission en haute fréquence d'après les moyens habituels ; un montage de générateur de H. F. modulée comportera donc 3 lampes : l'oscillatrice B. F, la modulatrice et l'oscillatrice H. F. Il convient ici de prendre garde à ce que les harmoniques supérieurs de l'oscillation B. F. ne puissent troubler le fonctionnement de l'oscillateur H. F. : la figure 52 donne un bon schéma de générateur à H. F. modulée, utilisé par *Kuhlmann* dans ses essais.

Multiplication et démultiplication. — Lorsque les mesures à effectuer consistent simplement à comparer entre elles 2 fréquences, on peut faire usage de systèmes multiplicateurs ou démultiplicateurs ; il ne s'agit plus alors à proprement dit de générateurs fixes dont on peut régler facilement la fréquence d'oscillation. Nous ne faisons donc que citer ces procédés qui seront exposés lorsque l'on traitera de la mesure des fréquences.

(A suivre.)



Digitized by Google

L'ÉMISSION

Le Mesny

par André PLANÈS-PY, F8EI

Le « Mesny » n'offre pas, comme tant d'autres montages, le mérite de la nouveauté : il est utilisé, depuis plusieurs années, par un grand nombre d'amateurs, en France et à l'Etranger. Suivant les pays, il est connu sous les dénominations de « Symétrique Eccle », d'« Eccle Mesny », de « Mesny », « d'équilibré », de « Mesny Garcia Arrieta », etc. Tous les montages donnés se ramènent plus ou moins au même schéma et les variantes apportées par les expérimentateurs portent uniquement sur des questions de détails.

On peut définir en deux mots et en termes simples l'avantage du «Mesny» : circuit permettant d'utiliser au maximum de rendement deux lampes oscillatrices distinctes, ce qui a pour effet de doubler la puissance d'alimentation, sans avoir à redouter les inconvénients d'une mise en parallèle des tubes, et les réglages décevants d'un « Master » ; car dans le « symétrique » chaque élément travaille pour son propre compte et en opposition de phase avec l'autre, ainsi qu'on peut s'en assurer au seul aspect du schéma.

Tel qu'il est représenté figure 1, le « Mesny » se présente donc sous la forme de deux « Reversed Feed Back » accouplés, les deux circuits étant indiqués par la ligne idéale x. y. Il comprend donc les trois inductances classiques : grille, plaque et antenne, mais alors que cette dernière conserve à peu de choses près les caractéristiques qu'elle possède sur les autres montages, les selfs grille et plaque ont naturellement une valeur plus élevée et sont pourvues d'une prise rigoureusement médiane.

Les directives que l'amateur doit nécessairement suivre pour la réalisation d'un « Mesny » peuvent être ainsi résumées :

Chaque self grille et plaque étant déterminée par la prise médiane, il importe de donner à chaque demi-self grille et plaque l'importance qu'ont les mêmes inductances dans un montage classique : Reversed par exemple ; en d'autres termes, les deux systèmes oscillants travaillant pour leur propre compte, chaque demi-self (nous entendons par « demi-self » la portion d'inductance comprise entre l'une des extrémités et la prise médiane) aura pour une gamme de λ donnée, le même nombre de spires qu'une self G ou P d'un montage à un seul tube, *à la condition, naturellement, que la capacité d'accord soit réduite de moitié.*

Une explication est nécessaire :

Un circuit oscillateur à une lampe, du type Reversed feed back — ou détectrice à réaction si on préfère — peut être représenté par le schéma de la figure 2. Avec ce circuit on obtiendra une λ donnée — soit 40 mètres pour fixer les idées — avec certaines valeurs de S et C : p. ex. : S = 5 spires et C = 0,5/1000.

Accolons à ce montage un second circuit identique pour constituer un « Mesny », les deux travailleront en opposition de phase (fig. 3). Chaque système S_1-C_1 et S_2-C_2 oscillera pour son propre compte, fait aisé à vérifier, car la suppression de l'un ou l'autre des deux tubes V_1 ou V_2 ou tout simplement son extinction n'a aucune influence sur la λ (nous parlons au point de vue théorique), seules l'énergie empruntée aux sources de courant et l'intensité antenne diminueront. Alors qu'aux points B et C nous aurons respectivement des tensions H. F. +X, +Y, +Z, etc. volts et de —X, —Y, —Z, etc., nous aurons toujours au point A un potentiel *nul* d'où, théoriquement du moins, impossibilité de pertes. Pratiquement il est à peu près impossible à l'amateur de se procurer deux lampes rigoureusement identiques et de réaliser des selfs dont les deux moitiés (déterminées par la prise médiane) soient également rigoureusement identiques.

Revenons alors à la figure 3 et considérons le système S_1—C_1—V_1 = S —C_2—V : la self S_1—S_2 formée par l'assemblage en série des deux inductances S_1 *ET* S_2 aura un nombre double de spires que celle S de la figure 2, soit, pour les données que nous avons adoptées, 5 × 2 = 10 spires. Par contre, la capacité du condensateur C_3 sera plus faible que celle de chacun d'eux : comme nous avons donné à C_1 et C_2 : 0,5/1000, C_3 aura donc 0,25/1000.

Nous obtenons donc un circuit total — circuit Mesny — S_1—S_2—C_3—V_1—V_2 qui aura les valeurs suivantes :

S_1—S_2 = 10 spires
C_3 = 0,25/1000

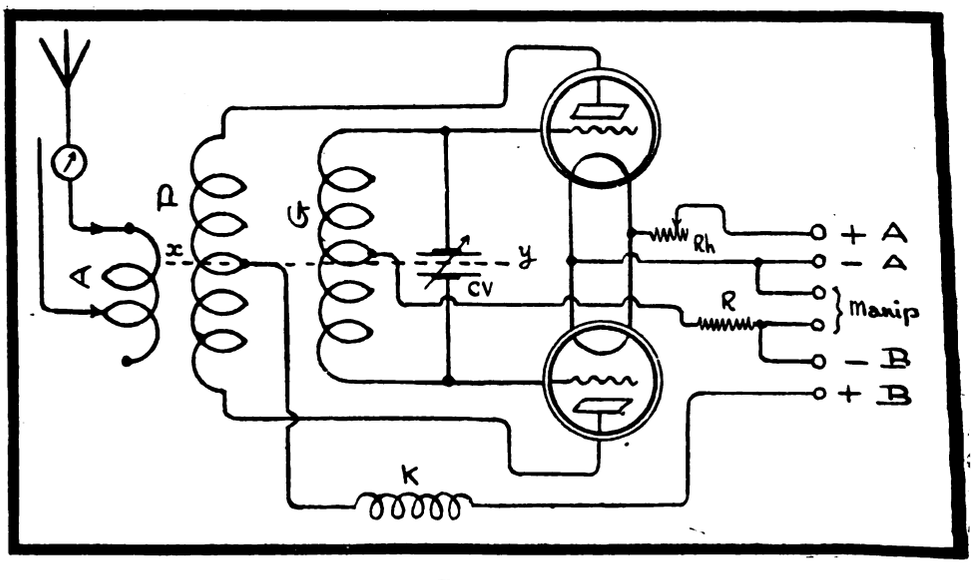


Fig. 1.

Digitized by Google

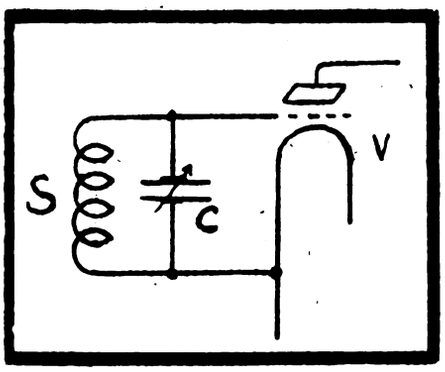


Fig. 2.

et qui sera rigoureusement équivalent au circuit oscillant de l'émetteur à une lampe de la figure 2 dans lequel :

S = 5 spires
C = 0,5/1000

La self totale S_1—S_2 sera deux fois plus grande mais la capacité sera diminuée de moitié.

On peut du reste envisager autant de circuits semblables embrochés que l'on désirera, la même bande de λ sera obtenue pour une self totale trois, quatre, cinq fois, etc., plus grande et une capacité résultante trois, quatre, cinq fois, etc., plus petite. (Nous ne faisons pas évidemment entrer en ligne de compte certaines considérations accessoires.)

Sans cette digression, notre phrase eût risqué d'être mal interprétée.

Pour la bande des 40 mètres, une douzaine de spires seront nécessaires pour la self G accordée par une capacité de 0,25 (diamètre extérieur 50 à 60 mms, tube de 4 à 6 mms) et 12 à 14 pour P.

Bien que dans le shéma de la figure 1 le condensateur variable C_1 accorde l'inductance grille, on peut le placer en parallèle sur celle des plaques : quelques amateurs restent fidèles à cette méthode.

La seule forme pratique qu'il convient de donner aux selfs d'un « Mesny » est celle d'enroulements cylindriques concentriques, tout au moins en ce qui concerne les inductances grille et plaque.

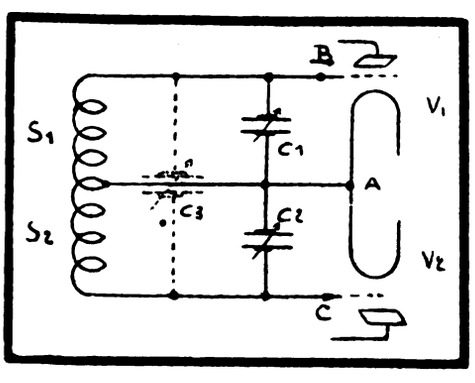


Fig. 3.

La self de grille sera placée à l'intérieur de celle de plaque et on prendra soin d'inverser les sens de bobinages pour ne pas avoir à croiser les fils de connexion entre les selfs et les douilles de lampe. Nous conseillons de réaliser les inductances d'un « Mesny », — même de puissance modeste — en tube ou gros conducteur de cuivre d'un diamètre compris entre 4 et 6 milimètres. Celui-ci, au préalable nettoyé et dressé, est enroulé sur un mandrin d'un diamètre légèrement inférieur à celui que l'on veut donner à l'inductance, puis la self terminée est « vissée » dans trois ou quatre barrettes d'ébonite percées de trous (la distance entre deux trous représentant le « pas » de la self). On donnera au diamètre de chaque enroulement et à la longueur des barrettes des cotes telles que la self de grille entre à frottement dur dans celle de plaque comme nous le montrons figure 4.

L'ensemble peut être disposé sur la planche de base au moyen d'équerres fixées sur l'une des barrettes isolantes maintenant les spires de P.

Un montage séduisant à notre avis, puisqu'il supprime toute matière isolante entre les spires et tous supports accessoires, consiste à monter directement la self de grille en parallèle sur son condensateur d'accord et celle de plaque directement aussi sur les douilles « plaques » des supports de lampes. Il importe, dans ce cas, que l'écartement des deux bornes du condensateur soit suffisant et que le conducteur présente la rigidité nécessaire (fig. 5).

Le contact des prises sur le milieu de G et P doit être aussi franc que possible : la soudure est tout indiquée dans ce cas.

Il est mauvais de prévoir à l'intérieur des selfs, parallèlement à leur axe, la ou les prises médianes : celle de grille devra donc passer entre deux spires de l'inductance C plaque et être protégée au moyen d'un tube épais en caoutchouc ou soupliso.

Les connexions des extrémités de G et P aux circuits intéressés (grilles, plaques, condensateur variable, etc.), si la disposition de la figure 5 n'est pas adoptée, devront être assurées en conducteurs de grosse section, être courtes, directes, et les contacts parfaits pour diminuer à l'extrême la résistance du circuit.

Le couplage de l'aérien peut être effectué de différentes façons suivant l'antenne employée. S'il doit être serré, on pourra enrouler autour de l'inductance plaque quelques deux à quatre spires (40 m. Band) en fil isolé (semi rigide d'éclairage 12 à 16/10); cet enroulement sera effectué régulièrement de part et d'autre de la prise médiane.

Pour un aérien accordé (Zeppelin notamment), le couplage devra être très faible si on ne veut pas avoir une absorption trop forte sur la fondamentale, absorption provoquant une chute brusque de l'aiguille du thermique immédiatement suivie d'une remontée. Souvent une spire lâche — quelquefois même une demi-spire — suffira. Une excellente méthode compliquant légèrement la réalisation est celle indiquée par la figure 6 : une seule spire est couplée sur P à chaque extrémité du système G — P et les deux selfs, reliées aux feeders, sont connectées l'une à l'autre par un conducteur parallèle à l'axe de G—P, et naturellement extérieur à celui-ci, et suffisemment éloigné de G—P.

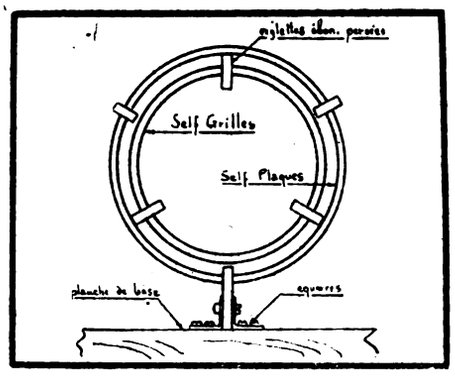


Fig. 4.

On peut ainsi diminuer le couplage sans perdre les bénéfices de stabilité de symétrie qui sont le propre du « Mesny ».

On a souvent dit et répété — à tort — que les chocs haute fréquence étaient inutiles avec le Mesny en raison même de la symétrie du montage ; en fait, il n'est pas rare de pouvoir allumer l'ondemètre sur les fils d'alimentation H. T. d'un Mesny de 40 à 50 watts... On placera donc en série dans chaque connexion « B » ou tout au moins dans le « +B » un choc efficace constitué soit par un enroulement de 1200 à 1500 spires en 2/10 dans un mandrin à 8 ou 10 gorges de 30 milimètres de diamètre, soit par une bobine de 4 à 500 spires 3/10 sur un tube de carton paraffiné de 10 centimètres de diamètre en fractionnant l'enroulement en 5 ou 10 sections pour diminuer la capacité répartie. Le premier type est préférable en ce sens qu'il permet de diminuer l'encombrement et le

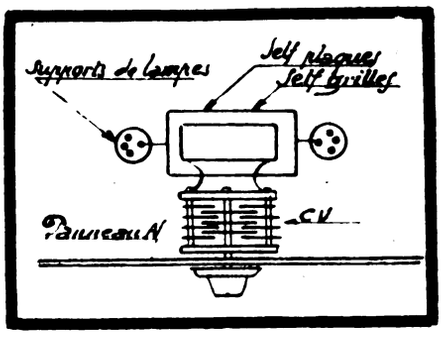


Fig. 5.

Digitized by Google

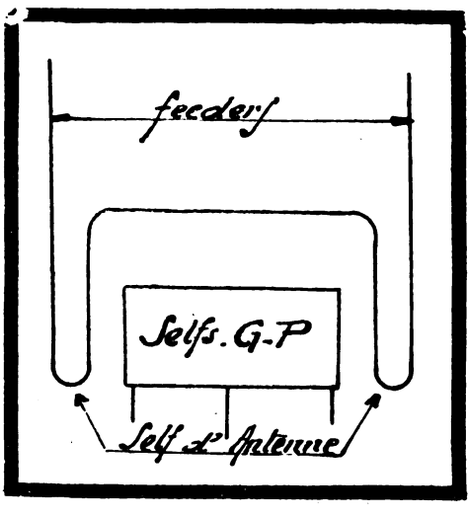


Fig. 6.

champ de chaque self, ce qui peut avoir son avantage dans certains cas.

La résistance R en série dans la prise médiane — H. T. est utilisée pour diminuer le courant grille et l'échauffement de la plaque lorsque le voltage H. T. atteint une valeur assez élevée pour les tubes utilisés.

On trouvera figure 7 un exemple de câblage très simple permettant de disposer tous les organes sur le même panneau avant de l'émetteur.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur le Mesny, montage particulièrement bien étudié par les amateurs émetteurs français, et terminerons cette courte rédaction par la traduction d'un article sur le « Mesny » paru dans le numéro 197 (février 1929) de la grande Revue Argentine de T. S. F. *Revista telegrafica* sous la signature de G. et S. Garcia Arrieta.

Le Mesny étant relativement peu employé par les amateurs Nord et Sud-Américains, il est intéressant d'exposer le point de vue de nos collègues d'outre Atlantique : en outre il est bon de faire remarquer que l'article que nous reproduisons a attiré l'attention des émetteurs Sud Américains sur le « Mesny » et que celui-ci est depuis lors plus fréquemment employé en Argentine.

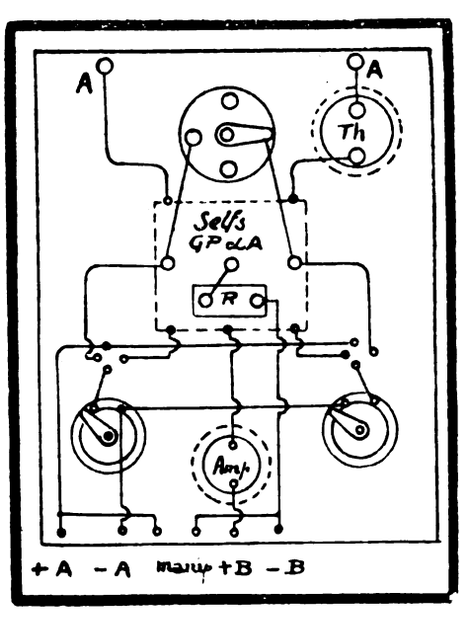


Fig. 7.

L'ÉMETTEUR « MESNY » EST SIMPLE ET EFFICACE.

Un ensemble graphie et phonie pour tous. -- Données et détails pour sa réalisation (1) par G. et S. Garcia Arrieta. *Revista Telegrafica* .évrier 29.

Après avoir soumis le « Mesny » à une série d'épreuves et d'expériences et, réellement convaincus de son efficacité et de sa bonne marche, nous présentons aujourd'hui au lecteur ce circuit déjà connu par plusieurs descriptions qu'en a faites la Presse Radioélectrique, toutefois amélioré et simplifié par une expérimentation journalière tant dans la capitale (2) qu'en province.

Les émissions expérimentales que nous effectuons quotidiennement de 17 à 18 h. 30 sont une preuve de l'efficacité du circuit si on tient compte qu'il est seulement employé 150 volts à la plaque et une antenne de 10 mètres placée à 3 mètres cinquante au-dessus d'un toit.

La station expérimentale de notre laboratoire utilise sur le « Mesny Garcia Arriéta » deux lampes UX. 201. A en oscillation, dont les plaques sont alimentées par un petit redresseur de batteries « B » sous 150 volts. L'antenne et le contrepoids sont unifilaires et peu élevés.

La modulation. — Parmi les systèmes de modulation les plus simples et de bon rendement figure le « Telefunken » (3) qui ne nécessite qu'une lampe de réception A. 415 dans le cas où le microphone est alimenté sous 4 volts, et A 615 lorsqu'il est employé 6 volts. Le rendement (96 à 98 %) est bien plus élevé qu'avec tout autre système de modulation. La profondeur est telle qu'il est impossible d'utiliser un microphone courant ; il est nécessaire, l'accord obtenu, de diminuer de un ou deux degrés le condensateur de plaque C_2. On s'attachera à obtenir une modulation claire et peu puissante, les portées obtenues seront meilleures.

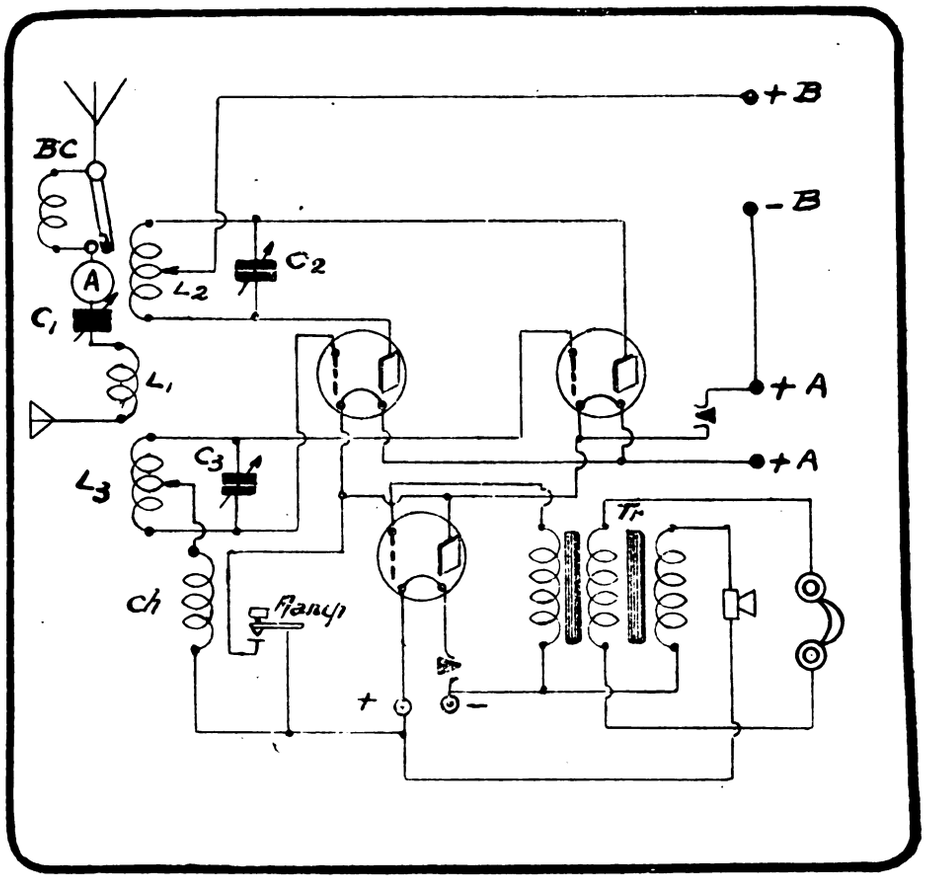


Fig. 8.

(1) *Traduit et adapté de l'espagnol par A. Planès-Py.*

(2) *Buenos-Ayres.*

(3) *Dispositif Beauvais ou par variation de résistance de grille.*

Digitized by Google

Les selfs seront réalisées sur un seul tube d'ébonite de 3 pouces (75 milimètres) de diamètre au centre duquel sera disposée l'inductance d'antenne flanquée de part et d'autre par conséquent de celles de grille et de plaque. La distance prévue entre deux bobinages consécutifs sera aussi faible que possible.

L et L, bobinages grilles et plaques (fig. 8) comportent chacun 29 spires en 10/10, deux couches coton ou soie, avec prise médiane. L, self d'antenne, 10 tours seulement de même fil.

Les condensateurs C et C, sont de 23 lames chacun et C de 43, tous à faibles pertes type réception.

La self B. C. en série dans l'antenne est utilisée pour élever la λ d'émission, ce qui permettra avec les mêmes selfs de couvrir la bande 60-170 mètres. B. C. sera constituée par 25 spires sur un tube de carton ou d'ébonite de 3 pouces (75 millimètres). Si on ne dépasse pas 100 mètres de λ, cette self devient inutile ; elle peut être court circuitée sur le schéma de la figure 6 au moyen d'une barrette métallique.

Suivant la longueur de l'antenne et la λ d'émission il peut être nécessaire de court circuiter également le condensateur d'antenne C .

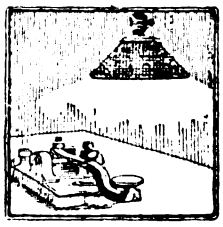
Modulation positive ou négative. — On dit que la modulation est *positive* quand l'intensité du courant antenne augmente en parlant devant le microphone, elle est *négative* lorsque l'inverse se produit. La qualité de la modulation est meilleure dans le premier cas et on agira sur les circuits en conséquence.

Le choc haute fréquence C*h* facilite l'obtention d'un bonne modulation, car il faut avant tout éviter les retours de haute fréquence dans le transformateur microphonique. Si C*h* est omis, en posant le doigt sur le boîtier du microphone, on ressent une impression de brûlure légère. Pour passer de la téléphonie à la télégraphie, il suffit d'éteindre la modulatrice.

Reglages. — Aucune difficulté pour faire osciller le « Mesny » sur n'importe quelle de sa gamme : on se rappelera toutefois que le circuit fonctionne d'autant plus facilement que la λ est plus basse.

Les filaments peuvent être alimentés soit avec un accumulateur 6 volts, soit en alternatif brut avec retour à une prise médiane secondaire du transformateur abaisseur (relié également au — B).

Il est certain qu'on aura intérêt à utiliser un contrepoids dans la plupart des cas, toutefois on peut employer aussi une bonne prise de terre. Le contrepoids devra être semblable à l'antenne, ou même être plus développée que cette dernière.



Digitized by Google

A TRAVERS LE ROYAUME DES ONDES

Tour d'Europe radiophonique

par Alex SURCHAMP

HONGRIE

IL est dans le monde des sans-filistes des amateurs qui ont acquis des notions très étendues de géographie, non pas, suivant l'ancien usage, à coup de manuels et d'atlas, mais simplement à coup de condensateur. Ces amateurs, qui, pour suivre le cours des ondes, sont obligés de suivre le cours des fleuves, se font des pays une idée qui ne cadre pas toujours avec l'importance géographique, politique ou économique des Etats. Peu leur importe les capitales ou les grandes villes, leur trafic ou leur population : une seule chose compte : le nombre des stations radiophoniques et la qualité des émissions.

Voilà pourquoi beaucoup de sans-filistes français, à l'heure actuelle, considèrent la Hongrie comme un Etat de première grandeur, parce que l'unique station radiophonique hongroise, celle de Budapest, est captée en France et à Paris, même sur un petit cadre, avec autant de facilité que Radio-Paris et plus que Radio-Toulouse et infiniment même que beaucoup d'autres stations françaises.

Les émissions sont nettes et puissantes. Elles sont, de plus, faciles à identifier, grâce au petit carillon de boîte à musique qu'on entend dans tous les intervalles.

Ce carillon, qui ne peut être confondu avec aucun autre, est constitué par une suite de 9 accords frappés à la tierce et qui se répètent continuellement après une pause de quelques secondes.

Monopole.

Le gouvernement hongrois a concédé le monopole de la Radio à une importante Société privée, l'*Agence Télégraphique Hongroise*, qui groupe sous son égide tous les services d'information dans les bâtiments affectés à ces services que le régent de Hongrie a inaugurés le 25 octobre dernier. La T. S. F. possède une organisation séparée, et rien n'a été épargné pour que les moyens mis à sa disposition, pour la radio, bénéficient de toutes les leçons acquises à ce jour en matière d'émission. Les speakers, d'autre part, n'ont pas à courir bien loin pour glaner des informations, car dans ce même immeuble s'abritent le Téléfonhirmondo ou Journal téléphonique, le Bureau du Film hongrois, le journal hongrois de Radio et l'Agence télégraphique hongroise.

Le nombre des sans-filistes hongrois assujettis à la taxe est, suivant les derniers stastiques, de 168.453. En 1928, ce chiffre n'était que de 83.714. Cette augmentation de 100% est due à la construction de la nouvelle station de Budapest.

Radio-Budapest. — Le grand studio.

L'équipement technique du poste a été fourni par la Telefunken. Les studios sont au nombre de quatre. Le grand studio est l'un des plus parfaits et des plus modernes comme installation, et des plus grands en Europe. Il mesure 20 mètres sur 10 et a 7 mètres de haut. On est arrivé, après des expériences approfondies, à une solution permettant de diffuser la musique dans sa parfaite beauté. Les ingénieurs se sont spécialement préoccupés de la « réflexion » des sons émis. D'immenses rideaux de 20 mètres de haut peuvent glisser dans les deux sens, grâce à des glissières facilement commandées et mobiles autour du point central par lequel ils sont attachés à des poulies et prendre toutes les positions possibles. Ainsi peut-on les disposer en écrans de la façon la plus heureuse, ce qui permet en quelques instants d'inscrire dans le grand studio un studio plus petit et de forme variable. Une innovation unique, croyons nous, consiste en la cabine isolée, de laquelle le chef d'orchestre, séparé par une triple plaque de verre ne laissant percer aucun son, écoute au moyen du haut parleur — comme un simple auditeur — son orchestre. Ainsi peut-il, au cours d'une répétition préliminaire, disposer ses musiciens ou modifier ses orchestrations de façon à laisser à chaque timbre, en réception, l'importance qu'il doit avoir.

Toutes les émissions sont filtrées par un service spécial qui, à l'aide d'un clavier particulièrement important, surveille la réception et donne ainsi, au moyen de signaux lumineux, des indications destinées à remédier en cours de transmission aux défauts qu'il constate.

A côté du grand studio, se trouvent encore deux studios plus petits et une salle de répétition, arrangements qui facilitent la continuité et la préparation du programme.

Les programmes.

Une place toute particulière est faite, dans les programmes, à la musique et notamment à la musique nationale. Les orchestres tziganes, avec leur musique capricieuse, connaissent une grande popularité. Le côté éducatif des émissions n'en est pas, pour cela, négligé. Chaque jour, deux causeries d'une demi-heure ont trait à des questions européennes. Récemment même, un cycle de conférences sur la reconstruction de l'Europe a été diffusé sous le patronage de la Société des Nations. Des cours de langue étrangère sont transmis régulièrement. La langue allemande est la seule jusqu'à maintenant à avoir bénéficié de cette diffusion, qui s'étendra prochainement à l'anglais et au français. Tous les dimanches, des émissions spéciales sont faites à l'usage des agriculteurs. Enfin, des causeries sur les œuvres des principaux poètes hongrois alternent avec des conférences sur l'éducation des adultes.

Le gouvernement se livre d'ailleurs à une active propagande en faveur de la Radio, et récemment encore il a invité les administrations rurales à veiller à ce que, dans un local toujours accessible au public, un appareil de T. S. F. fonctionne en tous temps.

YOUGOSLAVIE

La taxe annuelle perçue sur les auditeurs serbes est de 300 dinars, soit environ 130 francs. L'Etat prélève sur cette somme 70 0/0, les 30 0/0 restants étant attribués aux sociétés concessionnaires pour organiser leurs émissions. Les auditeurs sont peu nombreux. Sans doute, on a déclaré que depuis l'ouverture de la station de Belgrade, en mars dernier, le nombre des auditeurs de la région desservie avait passé de 10.000 à 15.000. Mais, pour l'ensemble du pays, le pourcentage reste infime.

Aussi la radiodiffusion yougoslave se débat-elle dans des difficultés d'ordre financier assez graves, par suite de l'insuffisance des ressources qui lui sont affectées. C'est ainsi que récemment encore, la station de Zagreb, qui avait pu péniblement vivre grâce à l'appui d'une banque, a été à la veille de ne pouvoir continuer ses émissions.

La Yougoslavie possède trois stations : Zagreb, Belgrade, et Ljubljana. C'est un bien faible réseau pour desservir un pays qui a 175.000 kilomètres carrés de superficie et près de onze millions d'habitants.

Zagreb est la plus ancienne des stations yougoslaves. Elle fut fondée

Digitized by Google

THE LIBRARY OF
MAR 10 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

Digitized by Google

il y a quatre ans par une société d'amateurs. Mais comme ses ressources sont modestes, et comme, d'autre part, elle ne dispose au point de vue artistique, que d'éléments locaux assez faibles, ses émissions sont souvent constituées par des relais des postes autrichiens. Des efforts, cependant, ont été faits pour donner aux auditeurs des causeries éducatives, tant sur des sujets économiques que sur des sujets agricoles, et aussi sur des sujets médicaux, qui, dans cette région, ont leur importance.

La station de *Belgrade* a été construite par *Marconi* sur le même modèle que la station de Londres. Les programmes comprennent de la musique, de la littérature, des causeries populaires et des informations. Des arrangements spéciaux conclus, non sans peine d'ailleurs avec les théâtres de Belgrade, permettent la diffusion d'un certain nombre de pièces du répertoire.

La Société qui gère la station a pensé qu'elle pourrait utilement augmenter ses revenus en s'adjoignant un magasin de vente d'appareils de T. S. F. Une exposition permanente des nouveautés radioélectriques attire dans le hall de la station de nombreux visiteurs intéressés.

Au point de vue technique, les émissions de radio de Belgrade sont bonnes, et sa modulation est excellente.

AUTRICHE

Ravag et l'organisation radiophonique autrichienne. — Ravag est l'abréviation de *Radio Verkehrs Aktien Gesellschaft.* C'est le nom de la Société qui, en Autriche, détient le monopole de la radiodiffusion et gère les cinq stations de Vienne, Graz, Innsbruck, Klagenfurth et Linz. Le siège social de la Société est à Vienne. Les bureaux primitivement installés au dernier étage du Ministère de la Guerre, occupent aujourd'hui un vaste bâtiment qui eut autrefois son heure de célébrité : comme music-hall « Le Ronachers ». C'est même dans l'ancienne salle principale du cabaret, dite « La Parisienne », que se tient actuellement un des studios de la station de Vienne.

Ravag a la surveillance technique, administrative et artistique de ses émissions. Le Gouvernement s'est simplement réservé un droit de contrôle et veille spécialement à ce qu'aucune propagande politique ne soit faite par l'intermédiaire du micro.

Tant par le nombre de ses auditeurs que par le pourcentage par rapport à la population totale, l'Autriche occupe la quatrième place dans l'échelle radiophonique européenne. Elle compte en effet 325.200 sans-filistes taxés, soit 53,31 pour 1.000 habitants. En 1927, ce chiffre n'était que de 291.540, et en 1924 de 6.000 !

Le prix de la taxe, est en général peu élevé. Basé sur le reevenu, il ne dépasse pas pour la grande majorité des auditeurs 2 shillings par mois. Le taux le plus fort est de 6 schillings, et encore certains chefs de famille, arrivent-ils à s'y soustraire, en faisant inscrire leur appareil au nom du plus jeune de leurs enfants, et même quelquefois, au nom de leurs domestiques. Ces taxes sont perçues par les soins de l'Administration des postes.

Société quasi-officielle, Ravag compte dans son Conseil d'Administration des personnalités de premier plan. Le Président est l'ancien ministre du Commerce Heinl. Les Vice-présidents sont l'Hofrat Georg Stern et l'ancien ministre des Finances Grimm. Il n'est pas jusqu'au chef des speakers qui n'ait ses titres de noblesse : c'est, en l'espèce, M. Arthur Richter, le propre neveu de l'ancien Président de la République, le Dr Hainisch. Parmi le personnel dirigeant, il faut citer encore le « manager », le Dr Czeiza, le directeur technique, le Dr Schwaiger, et le directeur des programmes, le Dr Richter, autant de noms bien connus de ceux qui ont l'habitude de suivre les conférences internationales radiophoniques.

La première station autrichienne mise en service fut celle de Vienne (Stubenring), octobre 1924. Vinrent ensuite Graz, mai 1925, Vienne (Rosenhugel) janvier 1926, Klagenfurt, printemps 1926, Innsbruck, printemps 1927, Linz, juin 1927.

Vienne, capitale de la radiophonie autrichienne. — Bâtie aux portes mêmes de Vienne, la station de Rosenhugel, dont les antennes s'élèvent à 85 mètres vers le ciel, est entendue dans tous les pays d'Europe et elle jouit auprès des sans-filistes d'une faveur que légitime l'indéniable intérêt artistique et surtout musical de ses émissions.

Vienne, en effet, patrie de Schubert, est par excellence la ville de la musique. Les programmes de Ravag en sont le témoignage quotidiennement renouvelé. Comparées aux autres émissions européennes, les émisions de Vienne peuvent être qualifiées de « solides ». Pas d'extravagances. Pas d'expériences tourmentées; ses programmes, classiques dans leur conception et qui montrent le culte que les artistes ont gardé de leurs anciens maîtres et l'admiration qu'ils témoignent à leurs œuvres. Et, même, dans les adaptations rendues nécessaires pour les transmissions par T. S. F., ces artistes, sans méconnaître les lois de la radio et leurs exigences, gardent, intact, le culte d'un passé qui leur est cher. N'en donnons pour preuve que les impeccables exécutions réalisées par le Rosé Quartet, le Sedlak Winckler Quartet, ou par l'orchestre Philarmonique, dont la renommée est mondiale et qui, à elles seules, suffiraient à illustrer une station.

Dans le domaine littéraire, les programmes viennois font une large part aux écrivains de tous les pays et des notices publiées par Rovag tiennent les sans-filistes au courant de toutes les nouveautés qui se produisent dans le monde.

Ses émissions scientifiques curieuses, comme celles qui furent faites à l'occasion d'expériences sur le mouvement des atomes, les battements du cœur, les mouvements des muscles, la poussée des plantes, ont été suivies avec un passionnant intérêt par des auditeurs émerveillés de pouvoir, grâce à la radio, se familiariser avec les secrets de la science.

Le micro de Ravag est en outre fréquemment transporté hors du studio. On le place dans les endroits les plus divers, dans un avion où un speaker décrit un paysage, dans un funiculaire pour relater une excursion en montagne, dans un bateau, dans une gare, partout en somme où il y a de la vie, des « tranches de vie ».

Vienne enfin, a été une des premières stations européennes à effectuer des transmissions téléphotopathiques et, depuis deux ans, afin de fixer son choix sur un système à sa convenance, elle a expérimenté les procédés différents, comme ceux de Karolus, de Fulton, etc. Elle s'est intéressée aussi à la diffusion de films parlants.

Les autres stations autrichiennes servent surtout de relais à la station de Vienne. Leur emplacement judicieusement choisi, le soin apporté à leur équipement technique, font que sur tout le territoire, dans les régions montagneuses, comme dans les environs des villes, la réception est partout possible avec les plus modestes appareils.

Petit Etat, l'Autriche nous donne le grand exemple d'un pays qui a su, mieux que partout ailleurs peut-être, comprendre la radio et la faire aimer.

FRANCE

La radiophonie, cette admirable science pour laquelle les inventeurs de notre pays ont tant fait, marque le pas, chez nous, d'une façon inquiétante, et nos spécialistes assistent impuissants aux progrès et au développement que réalise chaque jour dans les principales nations du monde, la merveilleuse découverte due en grande partie au génie français.

Ce que la radiophonie française attend depuis 8 ans, c'est un statut durable qui lui donne le bénéfice de la stabilité légale et ce sont des ressources qui lui font aujourd'hui totalement défaut. L'opinion publique ne cesse de déplorer le retard apporté au vote de ce statut. Elle réclame une organisation rationnelle, comparable à celle qui existe depuis plusieurs années déjà dans les grands Etats d'Europe et qui explique la vogue et la prospérité des postes établis à l'étranger.

L'œuvre accomplie jusqu'ici en France n'a pu l'être qu'avec des moyens absolument insuffisants, au prix d'efforts méritoires, de dévouements précieux qui doivent être développés et soutenus.

Le terrain est cependant particulièrement favorable pour permettre à notre pays de prendre dans le domaine radiophonique la place qui lui convient. Nous avons des ingénieurs et des techniciens remarquables, si remarquables que de nombreuses stations étrangères les utilisent et s'en trouvent bien. Nous possédons des stations de T. S. F. qui comptent parmi les plus puissantes du monde : la Tour, Sainte-Assise, Croix d'Hins. Quant à la qualité de la matière à diffuser, elle est exceptionnelle : musiciens, journalistes, professeurs, conférenciers, nous en avons et des meilleurs. Une seule chose manque : l'organisation.

Le décret-loi du 28 décembre 1926.

Le premier essai de réglementation de la radio date de 1926. Le décret loi prix le 28 décembre par le ministre du Commerce et des P.T.T. instituait un régime transitoire expirant le 1er janvier 1933 au plus tard. A cette

Digitized by Google

date extrême, l'Etat ou l'organisme qui lui serait substitué (dans l'exposé des motifs cet organisme est déjà qualifié « Office », devenait propriétaire de toutes les installations existantes. Si l'Office ou l'organisme nouveau était créé avant le 1er janvier 1933, il entrait en possession sans attendre la fin du délai.

Sous ce régime, devaient fonctionner 3 postes nationaux, 18 postes régionaux. Les uns et les autres pouvaient être soit des postes d'Etat, soit des postes privés. Les postes privés ne pouvaient fonctionner qu'avec une autorisation ministérielle donnée après avis de la Commission interministérielle instituée aux termes du décret. La dernière limite pour donner ces autorisations était le 31 décembre 1927.

Les autorisations ne pouvaient être accordées qu'à des groupements constitués sous forme de Sociétés anonymes dont les statuts devaient être communiqués au ministre des P.T.T. et dont la durée ne pouvait excéder le 1er janvier 1933. Là, le choix de la personnalité du président du Conseil d'administration et celui des représentants obligatoires des services publics et des intéressés dans ce Conseil devaient être approuvés par le ministre.

Ces Sociétés, d'autre part, devaient se soumettre aux conditions d'un cahier des charges qui déterminait le contrôle technique, financier et administratif, le régime de la publicité et les redevances à payer à l'Etat sur son produit, les redevances de tout genre, la participation de l'Etat aux bénéfices, la participation de deux agents de l'Etat à la manœuvre technique des appareils et aux travaux, etc.

De plus, auprès de tous les postes, quels qu'ils fussent, devait exister un groupement ou collectivité doté de la personnalité civile... dont la composition était soumise au ministre et à qui était confié « la composition et la réalisation » des programmes.

Enfin, pour donner son avis sur les différentes questions que l'application du décret pouvait soulever, pour élaborer les cahiers des charges et proposer au ministre les différentes sanctions prévues pour les infractions aux dispositions de ce cahier des charges, il était institué une Commission interministérielle sous la présidence du ministre chargé des P.T.T., assisté de deux représentants du Conseil d'Etat. Cette Commission comprenait des représentants des divers départements ministériels intéressés, des services publics et des diverses collectivités.

Ce décret ne reçut aucun commencement d'exécution. Il était caduc, avant même d'être entré en vigueur. Les autorisations ne pouvaient être accordées que si le ministre possédait les ressources nécessaires pour faire vivre les postes qu'il aurait appelés à lui. Pas de ressources sans taxes. Or, le Parlement repoussa l'article de la loi de finances qui concernait précisément les taxes dont devaient être frappés les postes émetteurs.

Dans ces conditions, on ne saurait être surpris que la Commission interministérielle, convoquée le 28 décembre 1927 pour statuer d'urgence avant le 31 décembre, dernier délai pour la concession des autorisations, ait dû constater une carence presque générale. Le régime du décret-loi de 1926 pouvait être considéré comme mort-né.

LE STATUT PROVISOIRE DE 1928.

Tardivement saisi du problème, le Parlement, qui avait repoussée le décret-loi de 1926 et ne l'avait pas discuté, consacra, en 1928, quelques séances à l'étude d'une question qui, il faut bien le reconnaître, s'accommodait mal d'une discussion rapide. L'impossibilité d'établir un projet de loi spécial avant la fin de la législature, amena le président du Conseil — M. Poincaré — à établir un statu quo provisoire, dans lequel étaient maintenus les postes privés actuellement tolérés, en attendant la décision de la prochaine Chambre. C'est ce projet que les députés adoptèrent le 13 mars 1928 et dont voici le texte :

« Provisoirement et jusqu'à ce qu'intervienne une loi organique sur le régime de la radiodiffusion, le Gouvernement pourra autoriser l'exploitation, à titre temporaire, aux conditions prévues dans les autorisations antérieurement délivrées, des postes de radiodiffusion fonctionnant au 31 décembre 1927, et sans qu'il soit permis d'en modifier les caractéristiques et les conditions d'exploitation.

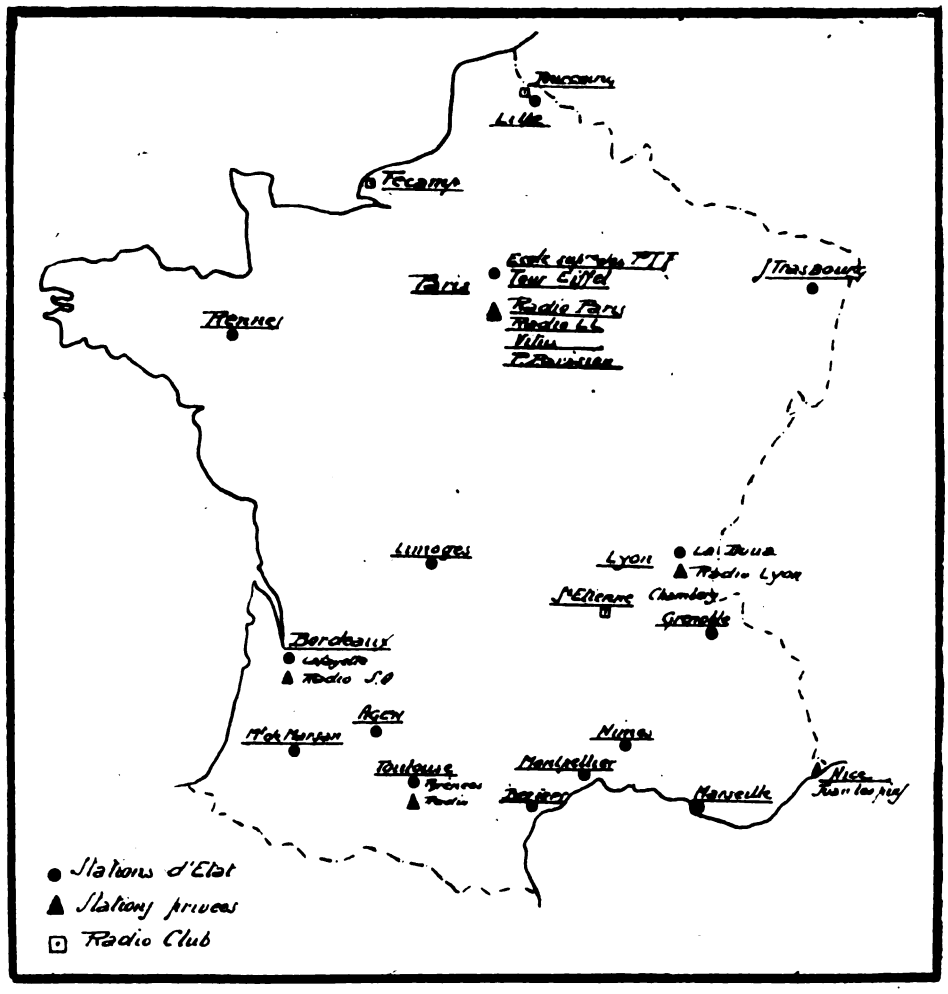
Les postes créés depuis le 1er janvier 1928 et ceux qui n'ont pas été autorisés seront fermés dans le mois qui suivra la promulgation de la présente loi.

Les postes transformés depuis le 1er janvier 1928 devront être ramenés à leurs caractéristiques antérieures dans le même délai.

« L'installation de postes nouveaux est et demeure interdite. Les postes d'essai continuent à être autorisés comme par le passé.

A un état de fait illégal qui s'était créé, le Président du Conseil avait voulu substituer une situation légale. Il n'avait pas le choix des moyens. Il était cependant à prévoir que si ce régime provisoire se prolongeait, la radiophonie française serait condamnée à la stagnation, les initiatives privées allaient être paralysées, comme le seraient les progrès techniques. Aussi M. Poincaré s'était-il engagé à soumettre à l'approbation du Parlement, avant le 1er juillet 1928, un projet de statut.

La promesse fut tenue et, le 1er juin dernier, M. Germain Martin déposait sur le bureau des Chambres, un projet de loi dont il souhaitait la discussion rapide.



LE PROJET DU GOUVERNEMENT

Le projet respecte la situation acquise et prévoit, à côté des stations d'Etat, des stations concédées avec cahier des charges. Toutes les stations seront sous le contrôle permanent des ministres des P.T.T., de l'Instruction

Digitized by Google

publique et de l'Intérieur. Les concessions pour les postes privés seront de 20 ans, mais en cas de déchéance des titulaires, pourront-être suspendues à tout moment.

Un plan de vaste envergure est prévu pour le réseau français de radiodiffusion :

1° Deux stations à ondes longues d'une puissance minima de 100 kw. antenne, susceptibles de couvrir de leurs émissions en toutes circonstances et quelles que soient les conditions atmosphériques, horaires, saisonnières la totalité du territoire européen et au delà;

2° Un réseau de grandes stations d'intérêt général fonctionnant sur ondes moyennes, capables de faire rayonner sur tout le territoire métropolitain et très loin au delà des frontières les manifestations artistiques et intellectuelles.

Ce réseau comporterait 10 centres émetteurs principaux à grande puissance (de 25 à 60 kilowatts antenne), situés dans toutes les régions de France, et comprendrait soit des postes d'Etat, soit des postes concédés.

3° Un réseau d'intérêt régional et d'intérêt local, constitué par des stations, fonctionnerait dans des régions où leur présence se justifierait par des considérations d'ordre technique ou économique et utilisant des puissances et des longueurs d'ondes qui ne pourraient troubler ni les émissions des deux précédentes catégories, ni celles des postes étrangers.

Enfin, une puissante station sur ondes courtes répandrait dans toutes nos colonies, plusieurs fois par jour, les manifestations les plus intéressantes de nos théâtres, de nos concerts et de nos conférences.

Avec le Conseil supérieur de la radiodiffusion serait créé un organe d'étude et de consultation analogue au Conseil supérieur des P. T. T. Tous les intérêts en relation avec la radiodiffusion devraient trouver au sein de ce Conseil une équitable représentation. 45 membres seraient nommés par le président du Conseil et recrutés parmi les groupements, les associations. Les syndicats des usagers siégeraient également à ce Conseil.

L'Office national, organe administratif de la radiodiffusion, rattaché à la présidence du Conseil, serait chargé de la répartition des taxes perçues sur les auditeurs. Les taxes prévues sont de 20 francs pour les postes à galène, 50 francs pour les postes à lampes. Des exonérations totales sont prévues pour les aveugles, les mutilés, les hôpitaux et les établissements d'éducation.

Une taxe légère sur les lampes proportionnera les charges fiscales au temps des émissions.

L'appréciation des mérites ou des inconvénients de ce projet ne rentre pas dans le cadre de cette étude. On peut bien toutefois reconnaître que le souci dominant du Gouvernement a été de maintenir à la circulation des ondes chaque jour croissante, assez de souplesse et de variété pour que l'esprit d'entreprise, l'initiative et les goûts régionaux ne soient pas lésés; assez de discipline pour éviter des troubles facilités par la multiplication des postes; assez de dépendance pour que rien ne puisse nuire à la sécurité publique, aux bonnes mœurs et à l'intérêt national; assez d'équilibre pour que nul conflit ne surgisse entre les postes privés et les postes d'Etat.

Sans doute il ne saurait être question, à l'heure actuelle, d'édicter une réglementation définitive de notre régime radiophonique. Comme l'a fort justement dit M. François Poncet dans un projet qu'il avait lui même établi avant de se rallier à celui du Gouvernement : « Le développement futur de la radiodiffusion échappe encore à nos anticipations et il serait dangereux d'oser fixer dès à présent des bornes et des règles trop strictes. Il faut que le premier statut de cet art naissant soit suffisamment souple pour permettre à cet enfant dru et fort de grandir et d'évoluer suivant son génie propre qui ne nous est encore qu'imparfaitement révélé. » Il importe donc de laisser à la radiodiffusion assez de liberté pour qu'elle puisse s'épanouir. Peu à peu, l'expérience aidant, elle prendra figure harmonieuse et vivante si on ne la comprime pas dans une forme préconçue qui ne pourrait être qu'une erreur.

L'URGENCE D'UNE SOLUTION

En déposant son projet de loi, le Gouvernement avait lui-même souligné l'urgence de la solution qu'il apportait. « Etre indifférent ou négligent ou simplement en retard en pareille matière, dit notamment l'exposé des motifs, c'est consentir à laisser les postes étrangers prendre sur notre territoire et celui de nos colonies une situation prépondérante, imputable à notre seule inertie. » Il semblait donc que le Parlement ne pouvait refuser sa collaboration à l'œuvre magistrale que lui dictaient le souci du bien public et l'intérêt de la France.

Il n'en a rien été cependant. Le projet de statut n'a pas encore été discuté par les Chambres et la radiophonie française reste sans être libérée des entraves qui la paralysent, sans être affranchie des rigueurs du système actuel.

La question est importante : elle doit être posée nettement et traitée avec toute l'ampleur qu'elle mérite. Il faut une solution et il la faut rapide. Tout nouveau retard est difficile à justifier devant une opinion publique aujourd'hui avertie.

Souhaitons donc que le Parlement se hâte de bâtir l'édifice à l'abri duquel la radiodiffusion française, assujettie à un contrôle raisonnable de l'Etat, puisse vivre, se développer et devenir un des éléments importants de l'activité nationale.

LES STATIONS ET LES PROGRAMMES

Un journaliste de la presse technique, excédé par les critiques nombreuses dont la radiophonie française est l'objet, écrivait récemment : « Il faut que la radiophonie ait la vie bien dure pour résister à ceux de ses amis qui lui veulent tant de bien qu'ils la démolissent tant qu'ils peuvent... Est-il donc indispensable de polémiquer sans cesse? Doit-on publier aux quatre coins de l'éther la carence des postes d'émission? Est-il de bonne politique de condamner les postes à la médiocrité, au lieu de les aider à se perfectionner? Aux auditeurs qui se contentent des artistes, musiciens et conférenciers qu'ils ont, faut-il répéter sans cesse

Stations	Puissance	Longueurs d'ondes	Fréquence en kilohertz
AGEN	0.25	305.5	982
ALGER P.T.T.	12	364	824
BÉZIERS	0.45	211.3	1.420
BORDEAUX SUD-OUEST	2	238.1	1.261
BORDEAUX LAFAYETTE	1	304	986
CASABLANCA	2.5	304	986
CHAMBÉRY (Radio-Savoie)	0.6	210	1.429
FÉCAMP (Radio-Normandie)	0.7	220	1.634
GRENOBLE (Alpes-Grenoble)	1.5	329	914
LILLE P.T.T.	0.6	265	1.130
LIMOGES P.T.T.	0.5	293	1.022
LYON (Radio-Lyon)	1.5	291.3	1.029
LYON LA DOUA	5	466	644
MARSEILLE P.T.T.	0.5	316	950
MONT-DE-MARSAN	0.3	400	750
MONTPELLIER P.T.T.	0.2	286	1.049
NICE JUAN-LES-PINS	1.5	237	1.265
NIMES	1	240	1.247
PARIS (Tour Eiffel)	12	1.444	207.5
PARIS (Radio-Paris)	12	1.725	174
PARIS P.T.T.	0.8	447	671
PARIS RADIO L.L.	0.5	368	815
PARIS PETIT PARISIEN	0.5	331.4	905
PARIS RADIO VITUS	1	310	908
RABAT (Radio Maroc)	10	414	723
RENNES P.T.T.	0.5	272	1.103
SAINT-ÉTIENNE (R. Forézien)		230	1.305
STRASBOURG	0.35	268	1.121
TOULOUSE (Radio-Toulouse)	8	381	788
TOULOUSE-PYRÉNÉES	1.5	255	1.175
TOURCOING (Radio Laboratoire)	0.03	176	
TUNIS	0.6	1.350	222

Digitized by Google

qu'on fait beaucoup mieux autre part? »

Nous ne le croyons pas, d'autant plus que, sans proclamer la supériorité de la T.S.F. française, on peut, en jugeant les choses sans chauvinisme, se rendre compte que si nous ne montrons pas le chemin aux autres pays, notre retard est loin d'être aussi considérable que certains veulent bien le dire.

Tant par le nombre des postes que par leur répartition sur le territoire, notre réseau radiophonique témoigne d'un esprit de décentralisation dont nous aurions mauvaise grâce de nous plaindre et que nous sommes d'ailleurs les premiers à admirer lorsqu'il se produit à l'étranger, en Allemagne notamment. Sans doute nous n'avons pas cette pléthore de stations que connaît l'Amérique. Mais l'Amérique est un pays, la France en est un autre. Ce qui est possible là-bas, et peut-être même nécessaire, ne présente pas chez nous le même caractère de possibilité et de nécessité.

Par leur qualité, certains de nos postes valent bien ceux d'Allemagne ou d'Angleterre. La modulation de Radio-Paris, par exemple, de Radio L. L., de Radio-Toulouse, de Radio-Lyon, pour ne parler que de ceux-là, n'a rien à envier à celle de Laugenberg, de Kœnigswusterhausen ou de Daventry. Si quelques stations en prennent parfois à leur aise avec les longueurs d'onde, beaucoup d'autres, au contraire, — et elles sont la majorité, — se retrouvent toujours aux mêmes réglages.

Malheureusement, au point de vue des améliorations techniques, nous sommes stationnaires, et sans aller jusqu'à prendre à la lettre le proverbe qui veut que « qui n'avance plus recule », il faut bien reconnaître que depuis deux ans, nous piétinons. On en connaît les raisons. Si certains postes comme Radio L.L. ont, par une ingénieuse interprétation du décret, trouvé le moyen de se moderniser, les autres n'ont pu changer quoique ce soit à leur installation depuis le 1er janvier 1928. Les règlements en vigueur le leur ont interdit. Et c'est là qu'apparaît la gravité d'une situation qui, si elle se prolongeait, nous mettrait véritablement dans un état d'infériorité dont nos ingénieurs ne sauraient être tenus pour responsables.

Quant aux programmes et à leur interprétation, la France tient, en regard de l'étranger, une place très honorable. Il ne manque certes pas de personnes qui, plus férues de snobisme que de compétence musicale, tiendront à déclarer que seuls sont dignes d'être entendus les concerts des stations allemandes ou la musique de jazz de Daventry. Cela peut-être vrai certains soirs et ne pas l'être le lendemain. Il est possible que l'interprétation de *Tannhauser* ou de *Siegfried* soit meilleure au poste de Berlin plutôt qu'à celui de la Tour Eiffel. Il n'en reste pas moins que l'amateur de bonne musique aimera mieux entendre *Carmen* à Radio-Paris plutôt qu'à Lagenberg ou à Daventry.

Les stations étrangères donnent souvent de beaux concerts, les stations françaises aussi. Les transmissions des concerts Pasdeloup, par exemple, permettent de donner aux auditeurs les plus exigeants des satisfactions artistiques appréciables.

N'allons pas jusqu'à dire que tout est parfait chez nous et que nos postes, ayant atteint leur régime et leur stade de fonctionnement définitifs, doivent s'en tenir à la formule d'émission à laquelle les auditeurs sont habitués. De très bonnes émissions contrastent parfois avec des émissions de qualité nettement inférieure. Les postes d'Etat notamment sont souvent d'une déconcertante irrégularité. S'il en est d'excellents comme ceux de Lille et de Bordeaux, il en est de médiocres, et il ne semble pas qu'il soit possible actuellement d'apporter un remède à ce manque d'homogénéité. Mais beaucoup de postes privés rivalisent régulièrement et de brillante manière avec les stations étrangères.

Aussi convient-il, bien que parfois certaines attentes n'aient pas été complètement satisfaites, de reconnaître les efforts de ceux qui se sont astreints à fournir aux auditeurs des émissions d'une tenue toujours plus élevée, et cela en dépit d'une situation hérissée de difficultés, à laquelle d'ailleurs ils n'ont pas essayé de se soustraire.

Digitized by Google

NOS REALISATIONS

Le super B. G. P. " Noël 29 "

par R. LEPESQUEUZ

LE supradyne BGP à deux étages N. F. est un montage bien connu des lecteurs de notre revue hebdomadaire *L'Antenne*. Il a fait ses preuves et jouit par là d'une grande popularité, c'est pourquoi nous avons songé à en établir une autre réalisation à l'intention des lecteurs de *Radioélectricité et Q. S. T. français*, réalisation que nous avons voulue pratique, d'une jolie présentation et que nous appellerons, si vous le voulez bien, le BGP Noël 29.

LE MONTAGE

Le schéma de principe est représenté par la figure 1 ; nous y voyons d'abord une lampe bigrille montée en changeuse de fréquence suivant le procédé classique, puis deux lampes amplificatrices M. F. à écran, liaisons par transformateurs ; une détectrice et enfin une B. F. trigrille de puissance.

L'accord du cadre est réalisé par le condensateur variable CV d'une capacité de 0.5/1000 de Mfd. CV_1, qui commande la longueur d'onde de l'oscillatrice (O) est en tous points identique à CV. Pour la commodité des réglages, nous nous servons naturellement d'une oscillatrice du type « toutes ondes ». Le filtre M.F. (T) ainsi que les transformateurs T_1 et T_2 sont du modèle spécial, rapport 1/2, pour lampes à écran ; leurs secondaires sont accordés, par le constructeur, sur 4.500 mètres. Le primaire de T est shunté par 1/1000 de Mfd (c).

La lampe détectrice est montée avec le classique condensateur de 0.2/1000 de Mfd (C_1) à air de préférence, et la résistance de fuite de 3Ω (R) reliée au + 4, afin d'obtenir la détection par caractéristique de grille. Dans le circuit plaque de cette lampe est tout d'abord insérée une self de choc (Ch) ayant une pointe de résonance aux environs de 4.500 mètres et destinée à arrêter la composante H. F. du courant détecté. Ces oscillations H. F. sont détournées vers la batterie de chauffage par un condensateur fixe de 6/1000 de Mfd (C_2). Vient ensuite le primaire du transformateur B.F., qui, l'on s'en doute, est un appareil soigné et d'excellente qualité. Un rapport de 1/4 est tout à fait convenable puisque nous n'avons qu'un seul étage B. F. Le secondaire attaque la grille de contrôle

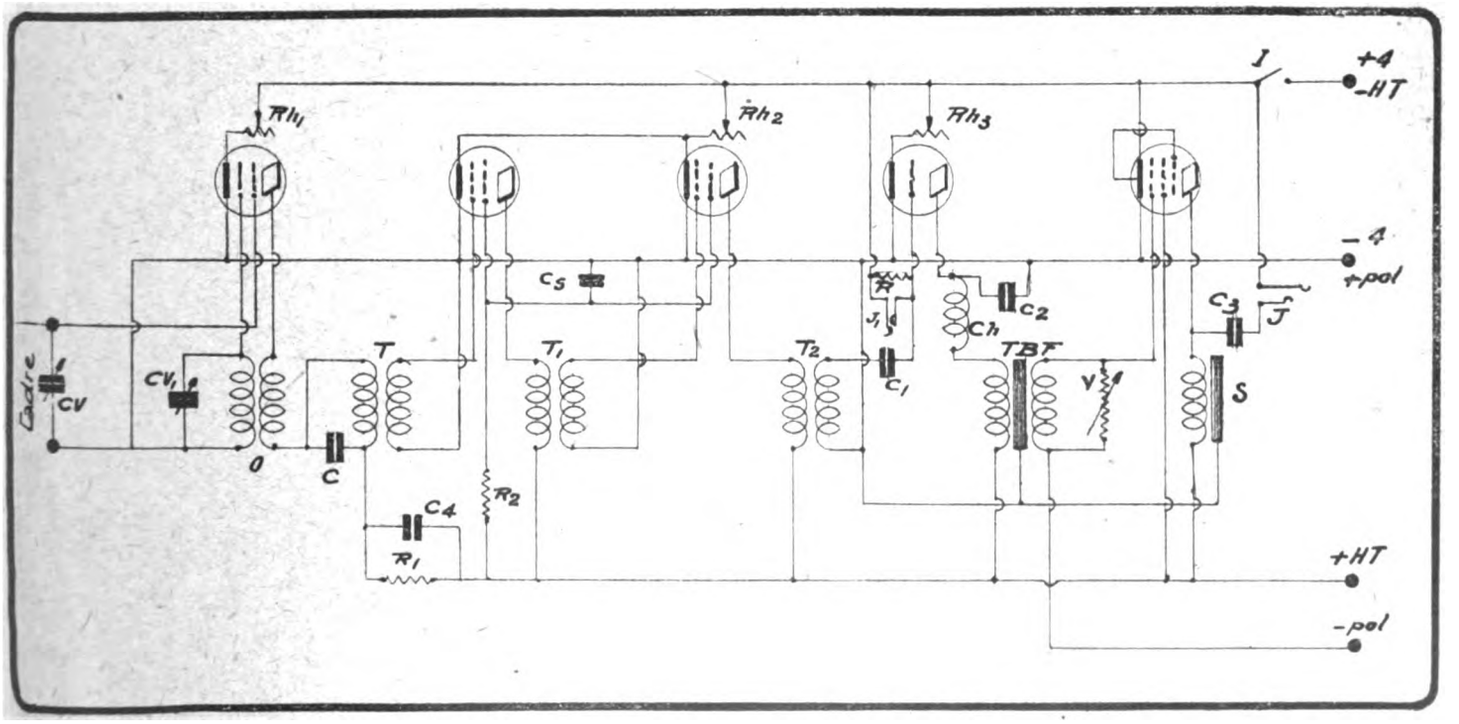
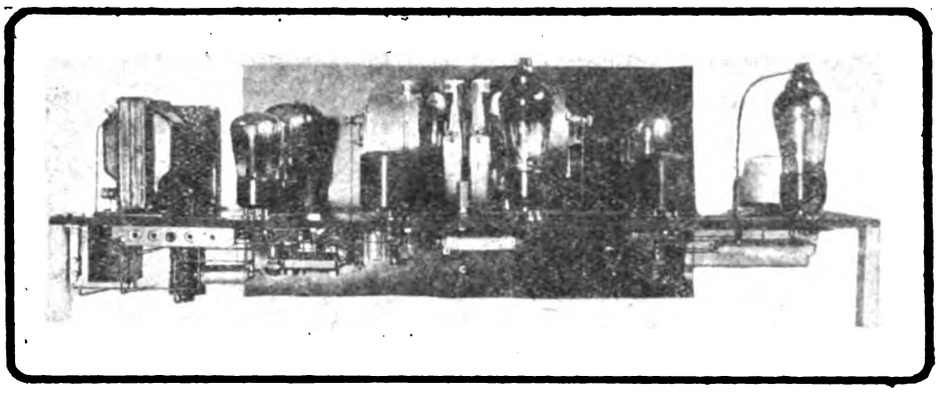


Fig. 1.

Digitized by Google



de la trigrille de puissance. L'autre grille de cette lampe est normalement reliée au + HT et son circuit plaque traverse la self de sortie (S) faisant partie du filtre de sortie destiné à protéger les enroulements du haut-parleur. Celui-ci est couplé, au moyen du jack J, d'une part à la plaque de la big ille par l'intermédiaire d'un condensateur de 2 Mfds (C_4) type PTT, d'autre part au + 4.

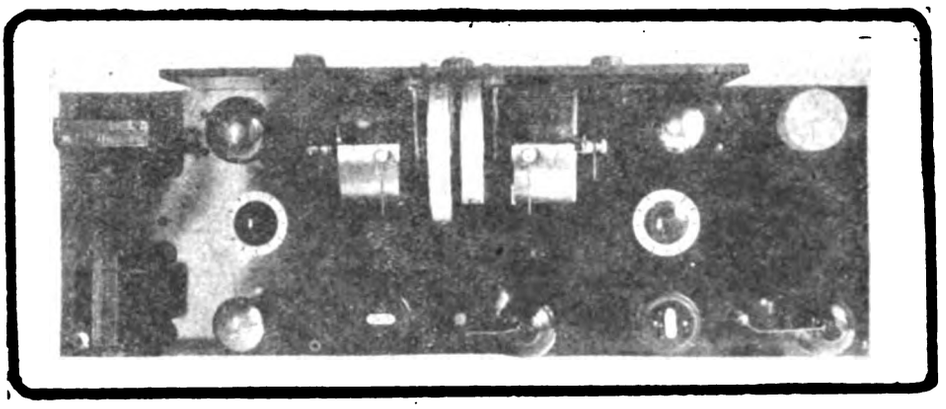
L'alimentation de chauffage est, comme d'habitude, faite par une batterie d'accumulateurs de 4 volts. Les lampe bigrille, M. F. et détectrice sont respectivement réglées par les rhéostats Rh_1 — Rh et Rh_2. Un interrupteur général (1) commande l'allumage de toutes les lampes. Nous n'avons prévu qu'une tension plaque, qui est celle de la B. F., de la détectrice et des M. F. Afin de n'avoir que 40 volts sur la plaque de la bigrille, celle-ci est alimentée après une résistance bobinée de 25.000 ohms, si la tension totale est de 80 volts ou 40.000 ohms, si nous avons une batterie de 120 volts. Cette résistance est shuntée par une capacité de 2 Mfds (R_1-C_1). Les grilles écrans sont elles aussi à un potentiel plus faible, environ moitié de la tension totale, grâce à une autre résis-résistance bobinée de 15.000 ohms (R_2). Les courants H. F. qui risqueraient de provoquer des blocages, sont dérivés vers le — 4 par C_3 (2 Mfds).

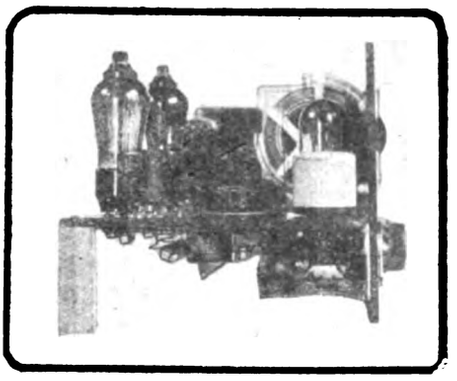
Il est agréable de pouvoir varier la puissance d'audition à volonté, c'est pourquoi le secondaire du transformateur B. F. est shunté par un volume-contrôle (V) constitué par une résistance variable de quelques dizaines d'ohms à quelques dizaines de mégohms (résistograd).

Enfin, pour le cas où l'on désirerait faire fonctionner un pick-up avec la partie B. F. du récepteur, un jack (J) permet de brancher cet appareil entre le + 4 et la grille de la détectrice.

LA RÉALISATION

Le montage est effectué sur deux planches d'ébonite, l'une verticale mesurant 410 % de longueur sur 215 de largeur et constituant le panneau avant ; l'autre ho.izontale ayant

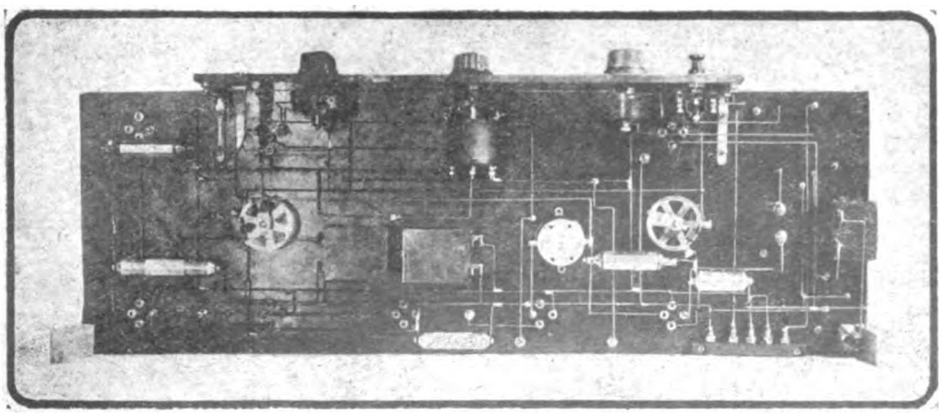




630 % sur 200, fixée à la précédente par deux équerres en aluminium à 6 centimètres du bas et que nous appellerons la planche intérieure.

Cette dernière porte les lampes, les transformateurs M. F. et B. F., les rhéostats des lampes M. F. et de la détectrice. Au fond et à droite, se trouvent d'une part le jack du H. P., d'autre part les douilles d'alimentation. L'ensemble des connexions et des petits accessoires est sous cette planche, le cadre est branché aux deux douilles se trouvant de part et d'autre du transfo T_1. Les lampes et transfos M. F. sont placés dans des douilles du modèle T. M. fixées à même la plaque d'ébonite. Nous recommandons à nos lecteurs de se servir de ces douilles car ce sont les seules qui permettent, en respectant les mesures que nous venons de donner, l'emploi de certaine lampes à écran avec l'ébénisterie dont nous parlerons plus loin.

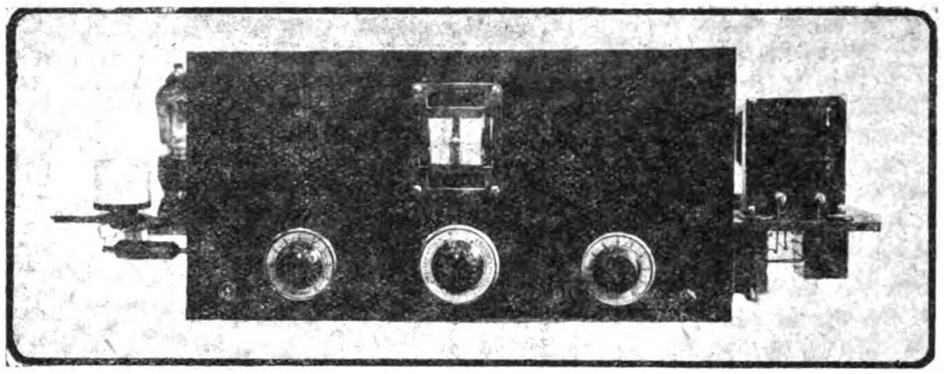
Le panneau avant reçoit pour son compte, au centre, un condensateur double à tambours (CV et CV_1), en



Digitized by Google

bas et en commençant par la partie gauche : le jack de prise pick-up, le rhéostat de la bigrille, l'oscillatrice, le volume-contrôle et l'interrupteur général. La disposition de tous ces organes et des connexions est clairement montrée sur les photographies ci-contre, à remarquer que les masses de T B F et S sont réunies au — 4

L'ensemble est placé dans une ébénisterie en ciment dont plusieurs mo 'è les existent depuis peu sur le marché. Ces ébénisteries, du plus bel effet, ont l'avantage de ne pas « travailler » ainsi que le font trop fréquemment les modèles en bois, et de plus sont d'un prix beaucoup plus abordable.



RÉGLAGE

Les manœuvres à effectuer ne diffèrent pas de celles nécessitées par les autres montages supradynes, c'est-à-dire que la recherche des stations se fait uniquement par les condensateurs CV et CV_1. Il y a cependant lieu de remarquer l'absence de potentiomètre. Le récepteur est réglé une fois pour toutes à la limite d'accrochage. Nous disposons pour cela de deux moyens : réduction du chauffage des lampes M. F. ou blindage partiel du 1er transformateur (T_1). C'est ce dernier artifice que nous conseillons de préférence, car la diminution du chauffage des lampes à écran provoque aussi une diminution de la sensibilité. Ce blindage consiste en un petit capuchon d'aluminium ou de cuivre dont on recouvre plus ou moins T_1, de façon à n'obtenir aucun sifflement. La puissance et la pureté des auditions ne dépendent alors que de la manœuvre du rhéostat de la bigrille et du volume-contrôle dont les boutons de commande sont sur le panneau avant.

Avec un bon cadre, ce récepteur est idéal pour l'écoute des principales stations européennes de radiodiffusion, et en l'absence d'émission, il suffit de brancher un pick-up en J_1 pour avoir immédiatement un concert dont on peut choisir les morceaux, et... sans parasites ! Il est utile, pour le fonctionnement en pick-up, d'éteindre la bigrille.

N. B. — Par suite d'un accident à l'une de nos photographies, nous n'avons pu insérer la vue du récepteur complet dans son ébénisterie. Nous nous en excusons auprès de nos lecteurs.

Digitized by Google

DOCUMENTATION

La nouvelle station de Brookman's Park et le plan régional

par Léon DE LA FORGE

■ ■ ■ ■ ■

LES deux grands mâts métalliques établis sur le magasin Selfridge's en plein cœur de Londres, puisque situé dans Oxford Street, à deux pas de Marble Arch et de Hyde Park, vont bientôt disparaître, si on ne peut leur trouver un nouvel usage ; ils sont désormais inutiles à la radiodiffusion britannique.

Peut-être ne les regrettera-t-on pas du point de vue esthétique, et le changement à l'aspect de ce coin de Londres sera-t-il salué avec joie, mais le changement vraiment important est celui qui est en train de se réaliser dans les émissions, et dont la disparition des mâts n'est que le symbole.

La migration de 2LO des toits Selfridge's à l'emplacement de Brookman's Park, à quelques milles au nord de Londres, en dehors de l'agglomération urbaine elle-même, près du point le plus élevé entre Londres et York, ne correspond pas seulement à une amélioration des qualités d'émission de cette station située dans un site plus dégagé, et par l'emploi d'une puissance plus grande, mais bien encore à la réalisation lente et progressive d'un principe important, sur lequel on construit désormais la nouvelle radiodiffusion britannique après une expérience de six ans.

C'est bien parce que nous avons affaire à une orientation nette, qui bouleverse le plan primitif, et parce qu'elle est la conséquence de recherches et d'observations expérimentales, parce qu'elle tient compte du développement rapide et général de la radiodiffusion dans tous les pays, et non pas seulement en Grande-Bretagne, que nous devons l'examiner avec quelque soin et la critiquer.

Enfin, il se peut qu'un jour la France possède une radiodiffusion digne d'elle ; et c'est dans cette hypothèse heureuse que nous devons plus que jamais bénéficier de l'expérience acquise en semblable matière, même, comme c'est le cas ici, si cette expérience est une expérience étrangère.

LE PLAN RÉGIONAL

Il est juste de reconnaître que, lorsque les auteurs du *Plan régional* le conçurent, ils prévirent exactement ce qui devait se passer quelque temps plus tard : l'encombrement de l'éther ; et c'est pour y remédier à temps qu'ils songèrent à établir leur projet.

Quelques mots d'historique sont donc nécessaires.

La radiodiffusion en Grande-Bretagne

Entre les mois de mai et de juillet 1922, un comité choisi parmi les représentants de l'industrie radioélectrique de la Grande-Bretagne, qui ne dépassaient pas alors un total de 300, entreprit des négociations avec le Postmaster-General, qui a autorité sur tous les moyens de communications, dans le but de créer la *Radiodiffusion britannique*.

Le 18 octobre 1922, ces 300 industriels ou capitalistes formèrent la British Broadcasting Company Ltd. Cette compagnie fut dûment enregistrée le 15 décembre 1922, enfin, le 18 janvier 1923, elle recevait les autorisations officielles nécessaires à son fonctionnement.

Les dates de mise en service des premières stations de radiodiffusion sont les suivantes :

Londres, 15 novembre 1922 ; Manchester, 15 novembre 1922 ; Birmingham, 15 novembre 1922 ; Newcastle, 24 décembre 1922.

Ces premières stations furent établies indépendamment les unes des autres et, on doit le reconnaître, sans autre but que de fournir aux centres les plus peuplés, ceux dans lesquels on avait chance de trouver le plus d'auditeurs, le plus d'amateurs, et partant le plus de clients du commerce et de l'industrie radio-électrique naissante, des émissions régulières, susceptibles de favoriser le développement de la radiodiffusion.

Et, de fait, le nombre des auditeurs s'accrut rapidement, comme le révélait la statistique des licences payées pour l'usage des postes récepteurs.

En même temps, de tous côtés de la Grande-Bretagne, parvenaient à la British Broadcasting Company des demandes d'extension des services.

Aussi à la décision d'installer huit stations principales à Aberdeen, Glasgow, Manchester, Cardiff, Birmingham, Londres, Newcastle, Plymouth, ajouta-t-elle celle d'installer des stations-relais à Dundee, Edimbourg, Leeds, Bradford, Hull, Liverpool, Stoke, Sheffield, Swansea, Liverpool, Nottingham.

En même temps, elle décidait de substituer Bournemouth à Plymouth, et ajoutait une autre station principale, Belfast.

Après la construction des huit stations principales, l'expérience avait prouvé que 50 % des habitants de la Grande-Bretagne et du Nord de l'Irlande habitaient une zone d'audition B (nous allons définir ce terme ainsi que quelques autres) ; les stations-relais portaient le nombre d'auditeurs de la zone B à 75 % de cette même population.

Les zones d'audition

Il ne s'agit pas ici de définir des zones d'audition théoriques, mais bien celles qui ont pratiquement servi de base au plan régional. La British Broadcasting Company distingua quatre zones (voir *B. B. C. Handbook* 1928, British Broadcasting Corporation, éditeurs).

1) *La zone d'audition totale.*

La force du champ y est supérieure à 30 millivolts par mètre. Dans cette zone, on peut, dans tous les cas, entendre la station locale ; mais, on peut éprouver des difficultés pour entendre les stations étrangères, à moins d'avoir des appareils très sélectifs.

2) *La zone A*

La force du champ y est supérieure à 10 millivolts par mètre.

« Un auditeur de cette zone A peut avoir la certitude, même s'il vit près

Digitized by Google

des sources ordinaires d'interférences électriques, à savoir : trains, appareils électro-médicaux, etc., d'entendre la station locale : et il aura bien des chances d'entendre les stations lointaines avec des appareils de réception convenable ». *(Op. cit.)*.

3) *La zone B*

La force du champ y est supérieure à 5 millivolts par mètre.

Un auditeur de cette zone B peut avoir la certitude d'audition avec un appareil récepteur à cristal, avec un bon aérien extérieur, mais il sera à la merci des interférences du plus mauvais genre qui se produisent dans une proportion d'environ 5 % des cas normaux rencontrés ». (Op. cit.).

1) *La zone C.*

La force du champ y est supérieure à 2.5 millivolts par mètre.

« Un auditeur de cette zone C sera exposé aux interruptions à l'audition provenant des appareils à étincelle, des trains, des atmosphériques, mais, avec le temps, il se trouvera assuré de 80 % des auditions, car on peut espérer qu'un grand nombre de ces interférences seront supprimées à leurs sources. » *(Op. cit.)*.

Le fading.

L'expérience prouva encore que le fading, ce terrible fléau de la T. S. F., dont on n'a pas encore pu définir avec certitude la cause, se fait sentir désagréablement dès qu'on se trouve en dehors d'un rayon de 100 milles (160 kilomètres).

Si l'on veut donc être à l'abri de ce fading, si l'on veut également que les auditeurs modestes, ceux qui se contentent d'un appareil à galène, puissent entendre la station locale dans des conditions acceptables, on devra s'efforcer de porter la zone B à une surface de rayon égal précisément à 100 milles, tel du moins serait l'idéal. Mais il ne faut pas se dissimuler, que les stations d'émissions devraient, dans ce cas, être des stations puissantes.

LE PLAN DE GENÈVE

Tandis qu'en Angleterre on s'efforçait ainsi d'améliorer les conditions de la radiodiffusion en examinant au point de vue de l'auditeur la solution la plus favorable à son écoute, en Europe les stations de radiodiffusion se multipliaient et on se trouvait aux prises avec des difficultés créées par des interférences entre stations. C'est alors que le plan de Genève fut édicté pour discipliner les émissions et répartir entre les différentes nations les longueurs d'ondes disponibles lorsque les services officiels eussent été assurés.

La Grande-Bretagne put ainsi disposer de neuf longueurs d'ondes moyennes et d'une longueur d'ondes longues.

Le plan de Genève fut ratifié par la plupart des nations et devint ainsi effectif.

Ainsi se trouvait limité pour la British Broadcasting Company le nombre des longueurs d'ondes dont elle pourrait faire usage et, par suite, elle devait, pour satisfaire ses auditeurs examiner soigneusement son plan de répartition des longueurs d'ondes entre les stations et des stations elles-mêmes. C'est de là que naquit la nécessité du nouveau plan.

Depuis, le plan de Prague est venu confirmer les principes du plan de Genève et plus que jamais il a apparu nécessaire de maintenir et de renforcer les prescriptions relatives à l'usage des longueurs d'onde.

PRINCIPE DU PLAN RÉGIONAL

Le problème qui se posait était, aux termes mêmes de la B. B. C. *(B. B. C. Handbook* 1928, page 61) le suivant :

« Donner à tout auditeur dans les Iles Britanniques un programme ininterrompu et le choix le plus facile entre le plus grand nombre de programmes possible ».

Les données du problème, d'après ce même document étaient :

« 1° On dispose de dix longueurs d'onde seulement (9 moyennes, 1 longue).

2° Le pays tout entier doit être couvert par un champ de force tel qu'il puisse être considéré comme se trouvant dans une zone B.

3° Le plus petit nombre de personnes, si l'on ne peut satisfaire aux conditions 2), devra se trouver soit dans une zone C, soit dans une zone A.

4° Les régions de population dense doivent se trouver incluses dans une zone A.

5° Le changement de la force du champ, qui résulterait du passage de l'ancien système de distribution à un nouveau devra être réduit au minimum.

6° Le nombre maximum de personnes devra être mis dans la possibilité de recevoir l'un ou l'autre des programmes au moyen de l'appareil le plus simple et le plus maniable.

7° Le plan doit être efficace et économique.

8° Les interférences avec les services de T. S. F. existants doivent être réduites au minimum. »

Les différents projets.

Je passe bien entendu le détail des nominations de commissions d'enquête, et l'ordre chronologique des discussions, pour ne m'arrêter qu'aux faits principaux ; et j'arrive tout de suite aux différents projets qui ont été examinés les uns après les autres pour satisfaire à ces conditions.

Un premier projet consistait à avoir une station centrale munie de 5 émetteurs de 300 kilowatts chacun.

Un deuxième projet prévoyait deux stations centrales, munies chacune de trois émetteurs de 300 kilowatts.

Un troisième projet prévoit cinq stations régionales, émettant chacune sur deux longueurs d'ondes différentes, et d'une puissance de 30 kilowatts.

Enfin, un quatrième projet fut examiné : il consistait à ériger cinq stations, mais qui n'auraient émises chacune que sur une seule longueur d'onde ; elles auraient été d'une puissance variant entre 30 et 50 kilowatts suivant la situation.

Ces différents projets portaient le nom de projet de plan régional.

Quelques remarques.

Chacun de ces projets a ses avantages et ses inconvénients.

Les deux premiers, par exemple, avaient pour eux de mettre à la disposition des auditeurs un choix entre cinq ou trois programmes, suivant le cas ; mais, ne remédiaient pas à l'inconvénient du fading ; en outre, la force du champ, très forte près de la station, allait rapidement en diminuant.

Le projet n° III permet d'utiliser en totalité les longueurs d'ondes réservées à la Grande-Bretagne ; les lieux d'établissement des stations peuvent être choisis près de grands centres fortement peuplés : Londres, Manchester, Cardiff, etc. Il permet facilement le choix entre deux programmes.

Quant au projet n° IV, il est plus théorique que pratique; il a surtout le désavantage d'obliger à l'achat d'appareils très sélectifs, chers, si l'on veut écouter des stations lointaines.

En résumé le projet n° III parut satisfaire le mieux aux conditions de la radiodiffusion en Grande-Bretagne

LA STATION DE DAVENTRY 5 G. B

Pour se rendre compte de la valeur de ce qu'on appelle en Angleterre l' « alternative programme », c'est-à-dire du choix entre deux programmes, pour rechercher le meilleur émetteur, pour étudier l'interférence produite sur les autres émissions de T. S. F., la British Broadcasting Corporation, qui, le 1er janvier 1927, avait pris la suite de la British Broadcasting Company, décida l'érection de Daventry 5 G. B.

Il y eut ainsi deux émissions à Daventry, mais elles n'étaient pas faites en toute rigueur conformément au plan régional ; elles n'étaient pas de même puissance, mais elles permettaient d'étudier le problème posé.

Digitized by Google

LA NOUVELLE STATION DE BROOKMAN'S PARK.

La nouvelle station de Brookman's Park est, au contraire, tout spécialement construite pour satisfaire au plan régional.

Il est vrai qu'elle n'émet encore en ce moment qu'un programme sur une seule longueur d'onde. Ceci est exact ; mais elle émettra prochainement un second programme sur une seconde longueur d'ondes, différente de la première. Ainsi se trouvera réalisée définitivement la première station du plan régional.

Terminée au début de septembre 1929, la station de Brookman's Park a été mise en service pour essais le lundi 16 septembre. Au cours des deux semaines qui suivirent on transmit chaque soir, sauf le dimanche, une heure de musique, à la suite des émissions de Londres proprement dites.

Puis, le lundi 30 septembre, la seconde partie du programme de Londres fut transmise officiellement chaque soir de Brookman's Park.

Enfin, le lundi 21 octobre 1929, la station de Brookman's Park a remplacé définitivement l'ancienne station d'Oxford Street.

Le double programme.

Lorsque la station fonctionnera en plein conformément au plan régional, elle rayonnera une puissance de 30 kilowatts de chacun de ses aériens, sur deux longueurs d'onde, l'une de 356,3 mètres (842 kilocycles) l'autre de 261,3 mètres (1148 kilocycles). C'est la première de ces longueurs d'onde qui est actuellement utilisée.

Les effets du changement de station.

Avant d'effectuer le changement d station, d'Oxford Street à Brookman's Park, la B. B. C. a pris soin d'avertir ses auditeurs du trouble qui pourrait résulter pour une certaine catégorie d'entre eux, pour ceux d'entre eux qui se servent de postes à galène.

Elle a fait paraître dans ce but une petite brochure intitulée « Crystal Sets and the Brookman's Park Transmitter », qui contient d'ailleurs d'utiles conseils qui peuvent être appliqués en bien d'autres cas.

Il était en effet à craindre que les nombreux auditeurs qui habitent dans le voisinage de Selfridge's, c'est-à-dire de l'ancienne station 2 LO, et qui sont munis d'un poste à galène, ne fussent désagréablement surpris de la diminution de la force des signaux reçus dans leur appareil ; les districts de Londres pour lesquels on prévoyait ce léger désagrément étaient ceux de Paddington, Bayswater, Mayfair, Marylebone, Kensington, Chelsea, Balham, Battersea, Southwark, Holborn, Westminster, Lambeth, la Cité, Clapham.

Par contre, la nouvelle station de Brookman's Park pourra être reçue sur galène jusqu'à 50 milles environ (80 kilomètres) au lieu de 20 milles.

En fait, il y a bien eu les premiers jours quelques troubles, mais des résultats favorables ont été enregistrés.

C'est ainsi que dans le voisinage même de Brookman's Park, on a pu avec un récepteur à 3 lampes et une antenne intérieure de 4 mètres environ recevoir facilement Daventry 5 G. B. et éliminer totalement la nouvelle 2 LO.

Description technique.

Voici la description technique de la station telle qu'elle fut donnée dans le *B. B. C. Handbook* 1929 (British Broadcasting Corporation, Savoy Hill, Londres, éditeurs, pages 29 à 32).

« Le site choisi se trouve situé au côté Nord de Londres, près de Great North Road, sur la propriété de Brookman's Park. Il comprend 30 acres de terrain, pratiquement très plats.

L'entrée du bâtiment fera face à la North Road, et de chaque côté du bâtiment, à droite et à gauche, une paire de mâts de 200 pieds de haut supportera les deux aériens nécessaires à la double transmission.

Peut-être le meilleur moyen de décrire la station avec plus de détail est-il de partir de la face arrière du bâtiment et de suivre le développement du *crude oil* aux ondes électriques. Ainsi nous contournons d'abord le bâtiment et nous ouvrons une porte dans la chambre des machines. Nous y trouvons 4 moteurs Diesel de 300 chevaux chacun, utilisant le *crude-oil*. A chacun d'eux est couplé une dynamo génératrice à courant continu de 220 volts. Le débit de cette dynamo est dirigé sur une batterie de 2.000 ampères-heures, que l'on trouve à la porte suivante. Le but de cette alimentation par courant continu et batterie est d'assurer la sécurité absolue de fonctionnement. Si quoi que ce soit arrivait aux moteurs en fonction, la batterie pourrait fournir l'alimentation pendant un quart d'heure, tandis qu'on mettrait en marche un nouveau moteur. De gros câbles de cuivre transportent le courant de la chambre des moteurs à la chambre des machines électriques, où le courant continu à 220 volts est transformé en courants des types variés nécessaires à l'émission.

Les machines électriques les plus curieuses sont celles prévues pour l'alimentation haute tension : Il y en a trois, une fonctionnant pour chaque émetteur et une de réserve ; chacune est capable de fournir 160 kilowa ts en courant continu à 10.000 volts. La B. B. C. utilise le courant continu, parce qu'il représente une notable économie sur les méthodes plus anciennes : les frais de la puissance constituent une large proportion des frais totaux d'entretien.

Il y a plusieurs autres machines intéressantes dans cette salle, et, si les quantités font de l'impression, les machines de chauffage des filaments sont remarquables. L'appareil récepteur ordinaire à haut-parleur absorbe 1 ampère pour chauffer les lampes. Les transmetteurs absorbent 2.600 ampères. C'est un chiffre dont on peut être fier. C'est bien malheureusement que les lampes d'émission exigent cette extravagance; la distribution en terme de haute puissance exige ces lampes, et le résultat est une quantité impressionnante en courant sinon en puissance.

Un groupe de plus petites machines, une quinzaine environ, occupe le reste de l'espace. Ce sont les machines auxiliaires et les machines à basse puissance, telles que celles qui desservent le panneau de manœuvre, qui mettent 3.000 volts négatifs sur la grille des amplificateurs principaux, qui fournissent l'énergie de la modulation, etc. Elles ne sont pas particulièrement intéressantes, si ce n'est qu'on y manœuvre de hauts voltages à faible puissance avec un commutateur.

Par une porte, nous passons de la salle des machines dans la salle de l'émission : le point le plus impressionnant de la station. Cette salle est à peu près carrée. De chaque côté, on trouve les panneaux d'émissions, qui ressemblent plutôt à des devantures de bijouterie. Les plus grands panneaux comprennent les condensateurs à haute fréquence et les inductances ; de chaque côté, sont les panneaux des lampes. Nous trouvons en outre les panneaux pour l'amplification, la modulation, la stabilisation très précise de fréquences. Les émetteurs se font face symétriquement et un ingénieur est assis devant chacun d'entre eux à une table contenant les manœuvres essentielles ou de sécurité, etc.

Un grand tableau de connexions à l'extrémité de chaque hall d'émetteur contient les manœuvres de débit des machines.

Dans la partie « bureaux » du bâtiment, au delà de la chambre d'émission, on trouve deux chambres de contrôle, une salle de batteries communes, la salle de contrôle de la qualité de l'émission, le studio et les bureaux ordinaires, salles d'attente, etc. »

Digitized by Google

Sur deux nouveaux modèles de haut-parleurs électrodynamiques

par H. DELFOSSE

■ ■ ■ ■ ■

LA grande diffusion du haut-parleur électro-dynamique en France ne date guère de plus d'un an. Les premiers modèles sont cependant des créations plus anciennes et sont répandus sur le marché américain depuis plusieurs années. Il est assez curieux de constater la diffusion assez lente de cet excellent appareil d'un continent à l'autre. La raison est probablement que le marché américain a absorbé totalement la production pendant la période de début et que les rares licenciés français ont eu à se débattre avec des difficultés techniques de mise au point. Peut-être aussi une publicité insuffisante n'a-t-elle pas permis de faire connaître ce haut-parleur au public.

Quoi qu'il en soit, à l'heure actuelle il n'est guère de constructeur de Radio qui ne présente son électro-dynamique à grand renfort de publicité. En outre, les firmes étrangères, particulièrement d'Allemagne et des Etats-Unis, répandent sur notre pays leurs nombreux modèles.

Dans nos précédents articles, nous avons décrit sommairement la construction et l'utilisation d'un haut-parleur dynamique et nous nous sommes borné au type du " Rice-Kellog ". Or, actuellement, il foisonne des électro-dynamiques de toutes sortes et à tous prix. Leurs qualités sont également variables et pas toujours en rapport avec leurs prix.

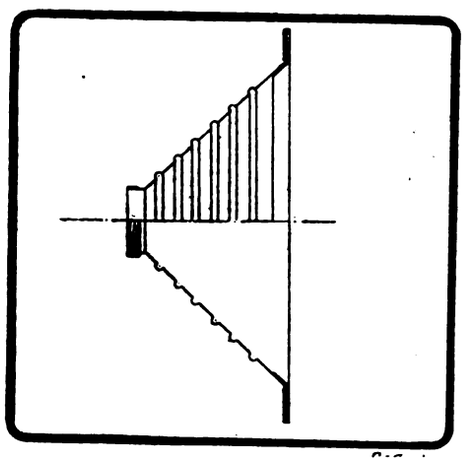


Fig. 1.

Il nous est arrivé d'écouter de ces haut-parleurs qui n'auraient pas subi victorieusement un concours avec le meilleur haut-parleur magnétique. Toutefois reconnaissons que ce dernier genre de haut-parleurs présente encore plus d'inégalités dans le rendement et qu'il est très difficile d'en trouver d'excellents.

Nous nous proposons d'examiner ci-dessous l'évolution technique de la fabrication des haut-parleurs électro-dynamiques grâce à laquelle les fabricants sont parvenus a améliorer la fidélité de leurs appareils et à en réduire le prix.

Cette évolution se porte partie dans le moteur (électro-aimant), partie dans le cône vibrant. Il est évident qu'au point de vue qualité, la fabrication du cône importe plus que celle de l'électro-aimant d'excitation.

Nous ne nous proposons pas de refaire ici l'étude du mode vibratoire des membranes, de nombreux articles sur cette question sont déjà parus dans plusieurs revues techniques. Nous rappellerons toutefois que le problème qui se pose est de reproduire fidèlement à l'aide d'une membrane unique les timbres divers produits par les instruments de musique et par les voix humaines dans toute la complexité des harmoniques qui caractérisent leur timbre.

Il faut donc que l'inertie des membranes soit la plus faible possible pour qu'elle réponde et, instantanément, aux impulsions et que les harmoniques les plus élevés ne soient pas étouffés.

Indépendamment de l'inertie, la question de la période propre de la membrane est d'une grande importance car, suivant sa position dans l'échelle musicale et suivant la rigidité mécanique qui la rendra plus ou moins amortie, il s'en suivra une tonalité particulière qui affectera la musique ou la voix reproduite et fera qu'un tel haut-parleur sera criard, caverneux ou naturel.

La forme de la membrane intervient pour beaucoup dans ce dernier cas, mais il faut également tenir compte que le volume d'air se trouvant à l'intérieur du cône a une période propre... A envisager le problème au point de vue théorique, il semble insoluble. Heureusement, l'oreille humaine est un instrument très imparfait qui se contente très bien des résultats approximatifs qu'on lui soumet. Non seulement notre oreille trouve satisfaisante telle ou telle reproduction, mais encore il se produit à la longue une accoutumance à telle ou telle déformation et inconsciemment l'oreille transpose les timbres et identifie tel grincement avec un air de violon, tel bruit de ferraille avec un solo de piano et nous avons vu fréquemment des auditeurs d'une culture musicale peu étendue déclarer qu'une reproduction par un excellent haut-parleur électrodynamique était « sourde » et qu'ils préféreraient les brillants accents de leur petit haut-parleur à pavillon.

Evidemment, ce point de vue est sans doute une opinion extrême. Par contre, le fait d'avoir été privé jusqu'avant cette invention des fréquences basses (c'est-à-dire inférieures à 200), dans les auditions de musique reproduites, les fait trouver agréables et leur excès ne choque pas tout d'abord. Cependant, à l'heure actuelle, il semblerait qu'une réaction se dessine contre ce premier engouement.

Les modèles les plus répandus actuellement ont un cône compris entre 18 et 25 centimètres de diamètre. Ce sont les dimensions qui semblent rendre le mieux lorsque l'ébénisterie tient lieu

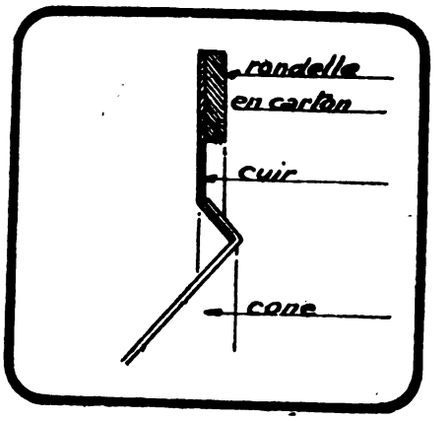


Fig. 2.

Digitized by Google

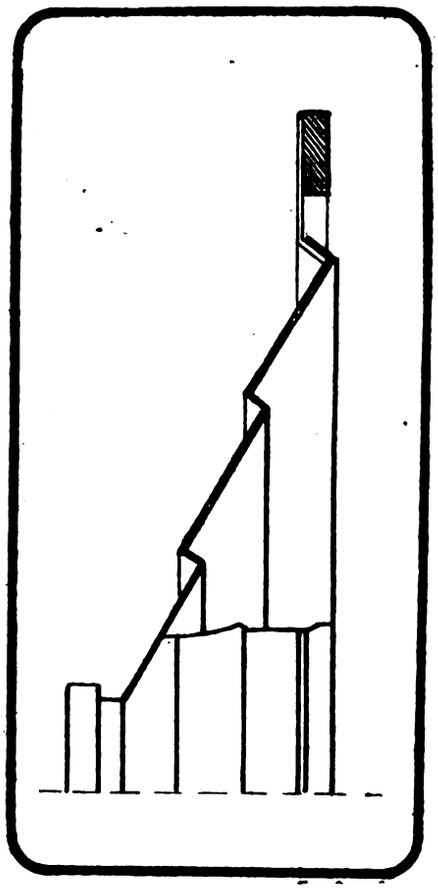


Fig. 3.

d'écran, ils sont capables de donner plus de puissance à énergie fournie égale et reproduisent sans distorsion un plus grand volume de son que les premiers modèles dont le diamètre du cône était de 12 à 15 centimètres. L'angle au centre est compris entre 85 et 120 degrés. Il est fonction des dimensions, de l'épaisseur et de la densité du papier.

Certains diffuseurs ont un diamètre extérieur légèrement supérieur à 30 centimètres.

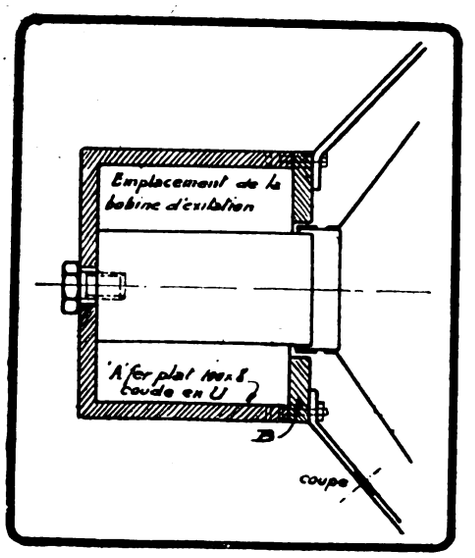


Fig. 4.

D'après le constructeur, ce genre de cône fonctionnerait « en piston » mais on est forcé de reconnaître que la membrane se déforme sensiblement, principalement dans les fréquences élevées qui reçoivent une tonalité un peu inexacte due à leur exagération par les vibrations propres du cône.

Toutefois ces haut-parleurs en renforçant les notes aiguës donnent du brillant à l'audition, et dans les grandes salles, leur portée est meilleure en raison du bruit qui persiste toujours dû à la présence du public, et la tonalité est plus agréable.

Pour remédier aux vibrations propres du cône, à ces ondes stationnaires qui se superposent aux oscillations forcées, certains constructeurs ont eu l'idée d'imprimer des ondulations dans le papier qui constitue le cône (fig. 1). Ce procédé est très efficace mais on constate qu'il amortit légèrement les fréquences très élevées.

Nous croyons que ce fait est dû à ce que pour ces fréquences le cône a trop d'inertie pour se déplacer d'une seule pièce et celles-ci sont reproduites par les vibrations propres de la membrane. Une trop grande rigidité a pour conséquence la suppression ou tout au moins la diminution de cette propriété.

Toutefois, pour l'étendue moyenne de la gamme musicale, la fidélité est améliorée.

Une simplification de cette méthode consiste à replier la partie extérieure du cône sur quelques millimètres de longueur (fig. 2). Ce procédé augmente la rigidité circulaire et diminue la déformabilité.

Des essais ont démontré que dans cet ordre d'idées le fait d'imprimer 3 ou 4 inflexions (fig. 3) le long de la membrane lui donne une rigidité très considérable et amortit très efficacement les vibrations parasites, mais au prix d'une complication de réalisation. Le dispositif du papier ondulé est plus simple mais entraîne des frais d'outillage importants. En effet, pour obtenir ces ondulations, il faut presser le papier qui constitue le cône entre deux matrices dont la fabrication est assez coûteuse. Nous croyons que c'est pour cette raison que la plupart des constructeurs ont négligé ce perfectionnement en estimant que l'augmentation du prix de revient ne justifiait pas l'amélioration du rendement.

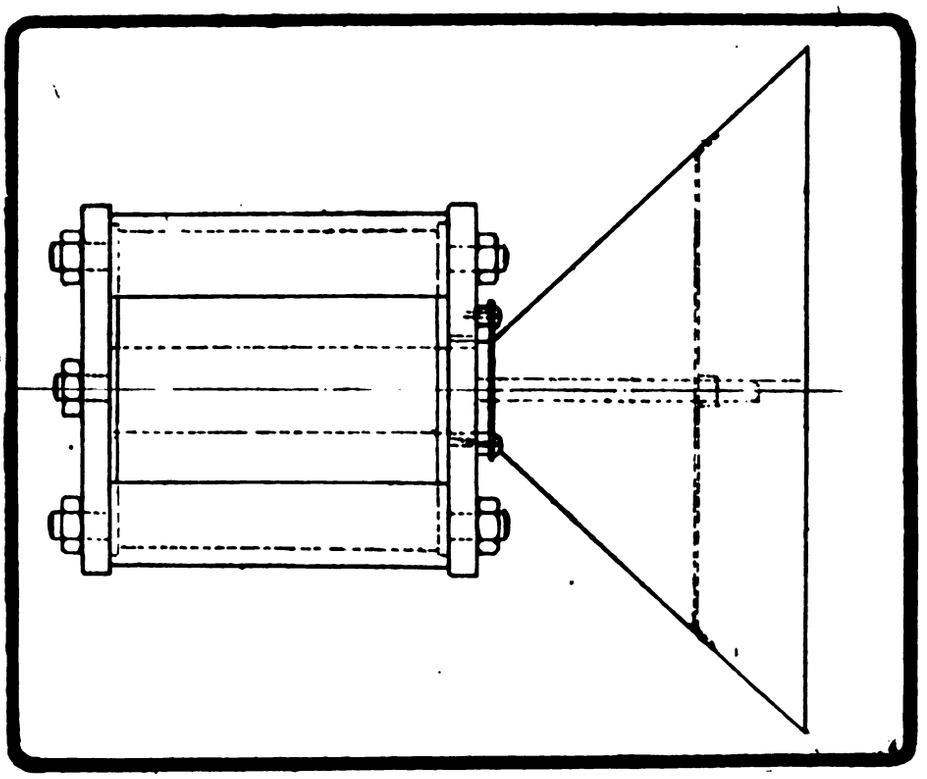


Fig. 5.

Leur émulation s'est surtout exercée dans la simplification de la culasse qui constitue l'électro-aimant d'excitation. Les premiers modèles comportaient une culasse en acier embouti d'une épaisseur de 6 ou 7 mm. environ. Pour emboutir une telle pièce, il fallait des presses très puissantes et la matière première consommée était assez considérable. On a donc réduit les dimensions de la bobine d'excitation et de la culasse. Certains constructeurs ont construit des culasses longues et étroites. D'autres en ont fait de larges et peu allongées. Nous croyons que cette solution est préférable car elle permet une section plus grande du fer et celui-ci est moins saturé. Donc consomma-

Digitized by Google

tion réduite d'ampères-tours. Dans le même ordre d'idées on a avantage à augmenter le diamètre de la bobine mobile. Un de plus récents modèles américains a une bobine dont le diamètre est de 2 pouces (51 mm.). Sur ce même modèle (fig. 4) la culasse n'est plus circulaire. Elle est constituée par un fer plat plié en U. Dans le milieu de cet U, un axe cylindrique en acier doux reçoit la bobine d'excitation. La puissance absorbée est de 4 watts.

L'avant de l'électro-aimant est une plaque carrée de la même épaisseur et de la même largeur que l'U avec un évidement circulaire pour la bobine mobile et l'axe.

La fixation du couvercle à la culasse est faite par 4 boulons dont la tête vient se loger dans des encoches en T pratiquées dans la culasse.

Le support du cône est en deux pièces embouties et rivées. Il est fixé par 4 vis dans le couvercle de la culasse, cette fixation se fait avant de placer le cône sur son support de sorte que le couvercle de la culasse et le support de cône sont solidaires.

Le léger réglage nécessaire pour le centrage du cône sur l'axe de la culasse se fait en déplaçant l'ensemble du couvercle et du support.

Comme la fixation du sommet du cône sur la culasse est faite par l'extérieur suivant les trois lamelles en spirales classiques, l'axe de la culasse est entièrement accessible de l'avant. On peut donc vérifier par simple observation si le cône est bien centré. Si l'on veut faire ce centrage, on peut s'aider de lamelles de papier qu'on introduira entre le cône et l'électro-aimant pour maintenir la bobine à distance uniforme de celui-ci et qu'on enlèvera une fois le cône bloqué dans la position du centrage correct.

La réalisation de ce type de haut-parleur est très économique. La partie « A » est découpée en une opération, les logements des têtes des boulons et le trou de l'axe central sont obtenus à l'emporte pièce. Elle est ensuite cambrée en U par une opération très simple. La partie B est également obtenue à l'emporte pièce.

La partie magnétique est réalisée sans opération de tournage. Le prix de revient d'un tel haut-parleur est donc extrêmement bas comparativement aux autres modèles.

Il est évident qu'un important outillage est nécessaire pour la fabrication en grande série; mais la construction simple de cet appareil permettrait même à un amateur moyennement outillé de fabriquer lui-même.

Un autre type de haut-parleur que nous avons eu en mains était constitué, pour la culasse, par une simple bobine maintenue entre deux flasques d'acier par 4 tiges rondes fermant le circuit magnétique (fig. 5). L'un des flasques reçoit un arbre qui traverse la bobine, l'autre flasque comporte un évidement pour laisser traverser l'axe qui affleure à l'extérieur. Dans l'entrefer, entre l'arbre et ce flasque, se trouve la bobine mobile.

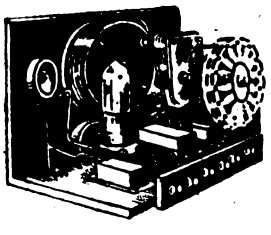
La disposition du cône est également très simple : L'arbre de la culasse reçoit une tige en laiton à l'avant qui sert à la fixation du cône aux 2/3 de son diamètre maximum. Cette fixation se fait par une étoile de papier bristol découpé. Au sommet, le cône est fixé par un support à 3 branches en spirale suivant la manière classique.

Pour démonter le cône, on est donc contraint d'enlever la fixation du sommet et ensuite de dévisser la tige en laiton qui est fixée dans l'arme de la culasse. Le bord du cône est donc libre; cependant, par une disposition ingénieuse, le constructeur a réalisé une paroi acoustiquement étanche entre l'avant et l'arrière de la membrane; pour cela il a disposé à l'intérieur du meuble une étoffe en flanelle, fixée par 4 ou 8 punaises sur l'avant du meuble devant l'orifice circulaire, qui est légèrement plus grand que le diamètre du cône. Au centre de cette étoffe, un trou circulaire est fait qui est légèrement inférieur au diamètre du cône; la membrane vient appuyer légèrement sur cette flanelle qui constitue ainsi un écran souple entre ses deux faces.

Comme on le voit, cette disposition est extrêmement économique et le fonctionnement est très satisfaisant.

Telles sont, sommairement décrites, les innovations les plus récentes dans le domaine de la fabrication des haut-parleurs électrodynamiques. Ainsi qu'on a pu s'en rendre compte, peu d'améliorations ont été apportées dans le rendement acoustique. Au point où ils en sont, ces appareils ont, sinon un excellent rendement en énergie, une fidélité remarquable. Les modifications portent surtout sur la réalisation simplifiée de l'électro-aimant.

Est-ce à dire que la perfection est atteinte ? Non, des progrès ont encore à être faits. Nous ne manquerons pas de les signaler dès que de nouveaux appareils seront sur le marché.



Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

UN NOUVEAU DIFFUSEUR DE GRANDE PUISSANCE

LA qualité d'une audition radiophonique dépend d'un certain nombre de facteurs dont le principal est certainement celui du haut-parleur.

Rien ne sert, en effet, de posséder un récepteur parfait, puissant et fidèle si le haut-parleur qu'il actionne est quelconque et n'est pas capable de transformer en énergie acoustique toute l'énergie électrique qui lui est fournie par le poste ainsi que toutes les fréquences possibles qui peuvent lui être transmises.

En un mot, le haut-parleur parfait serait celui qui reproduirait fidèlement, sous forme d'ondes sonores, toutes les amplitudes et toutes les fréquences qui lui seraient fournies par le poste sous forme de courant électrique,

S'il est pour ainsi dire impossible en l'état actuel des connaissances humaines de construire ce haut-parleur idéal qui donnerait à l'auditeur l'impression exacte d'entendre par exemple un violon ou un violoncelle avec leurs timbres propres, il est cependant possible d'approcher la perfection de très près.

Le haut-parleur peut être réalisé de différentes façons qui ont chacune leurs bons et leurs mauvais côtés.

Il peut par exemple être électromagnétique, ce qui est le cas de la majorité des diffuseurs, et il est alors constitué par un moteur « entraînant » la membrane sonore.

Ce moteur, aussi bien établi qu'il puisse être, comporte toujours une lamelle vibrante faisant ressort et qui, par suite, possède une certaine fréquence propre.

Un tel haut-parleur aura donc toujours tendance à exagérer l'amplitude des fréquences sonores approchant de cette fréquence propre, ce qui amènera une distorsion des sons fournis par la membrane.

De plus, si le haut-parleur électromagnétique est relativement assez fidèle lorsqu'on le fait fonctionner à faible puissance, il ne l'est plus lorsqu'on le « pousse », c'est-à-dire lorsqu'on désire le faire fonctionner à toute puissance.

Par contre, il est très sensible et commence à fonctionner pour des énergies très faibles.

Le haut-parleur électro-dynamique a permis de supprimer certains des inconvénients de l'électro-magnétique et en particulier le principal de ceux-ci : la présence d'une lame vibrante ayant une période propre par l'effet de ressort de cette lame.

Il n'y a en effet dans ce système de haut-parleur aucune pièce pouvant posséder cet effet et l'on obtient ainsi un appareil qui est en principe fidèle pour toutes les fréquences acoustiques, qu'elles soient très basses ou très élevées.

L'électro-dynamique peut de plus supporter sans aucun inconvénient des puissances très élevées, sa membrane sonore pouvant vibrer avec une très grande amplitude.

Il a cependant quelques inconvénients qui, sans être très graves, sont cependant gênants.

En particulier, il est nécessaire de lui fournir un champ magnétique excitateur très puissant, champ qui ne peut être obtenu avec des aimants permanents, ce qui exige une excitation séparée alimentée soit par les accumulateurs de l'appareil, soit par le courant redressé du secteur électrique.

La bobine mobile est fragile, elle doit être *exactement* centrée entre les pièces polaires, le circuit magnétique excitateur conduit à avoir un appareil très lourd et par conséquent peu transportable.

Il fallait donc trouver un autre haut-parleur plus pratique que les deux appareils précédents, haut-parleur réunissant les qualités de l'un et de l'autre sans en avoir les inconvénients, ce qui a conduit à la notion du « Magnet Dynamick ».

Dans ce dernier, la membrane sonore est entraînée par une lame n'ayant pas d'effet de ressort, ce qui permet d'obtenir la fidélité du dynamique tout en conservant la sensibilité du magnétique.

Certains défauts du dynamique sont supprimés, en particulier la fragilité due à la présence de la bobine mobile et le poids exagéré provenant de l'emploi d'un circuit magnétique excitateur très puissant.

Dans le nouvel appareil, le champ magnétique est fourni par deux aimants permanents au cobalt qui permettent d'avoir, sous un faible volume et par conséquent un faible poids, un champ magnétique assez intense pour permettre un excellent fonctionnement, même sous une puissance très élevée La disposition de ces aimants est telle qu'il n'y a aucunement à se préoccuper du sens de branchement du haut-parleur, cette disposition les empêchant de se désaimanter sous l'effet du courant permanent du poste.

Le circuit magnétique étant pour ainsi dire présenté comme celui d'un électro-magnétique, le « Magnet Dynamik », garde toute la sensibilité de ce dernier sans avoir l'inconvénient du dynamique d'exagérer légèrement les « basses .»

Enfin, ce qui n'est pas négligeable, le prix de ce nouveau haut-parleur est moins élevé que celui d'un dynamique, car il n'est pas grevé comme ce dernier de licences de vente qui arrivent à augmenter les prix d'environ 30 %. Si l'on ajoute le prix de l'excitateur dans le cas d'alimentation sur alternatif, l'économie réalisée est voisine de 50 %.

Le « Magnet Dynamik » que l'on pourra entendre sous peu dans toutes les bonnes maisons, est en vente actuellement aux Établissements Radio Rems, 59, rue de l'Acqueduc, à Paris.

L'ALIMENTATION SUR LE SECTEUR

Pourquoi ce vieux rêve ne s'est-il pas encore réalisé ? On voit sur les journaux des phrases comme celle-ci : « En Amérique, 80 % des appareils de

Digitized by Google

T. S. F. fonctionnent sur le secteur électrique. »

En admettant que cette information soit un peu exagérée, comme beaucoup de celles qui passent l'Atlantique, elle comporte certainement une part de vérité.

Les raisons ? Il y en a deux principales. Tout d'abord le goût artistique des amateurs de là-bas est d'une qualité certainement inférieure à celle du goût français. Une reproduction non pas médiocre, mais passable, d'un concert par ailleurs transmis d'une façon parfaite par le poste émetteur, est jugée suffisante. Il n'en serait pas de même chez nous où l'on désire toujours le maximum de qualité.

Ensuite, l'importance des distributions d'électricité rend la régularité des réseaux quasi parfaite, ce qui diminue le prix de revient des appareils transformateurs et redresseurs de courant pour une qualité donnée.

La voilà bien cette question de qualité ! N'est-ce pas elle qui, plus que n'importe quoi, avait contribué à discréditer les transformateurs redresseurs d'alimentation en T. S. F. ?

On commence à se rendre compte maintenant en France qu'il n'est pas possible de vendre très très bon « marché un redresseur d'alimentation de bonne qualité. Mais aussi quelle satisfaction par la suite : une prise de courant à enfoncer, et c'est tout. Aucune usure autre que celle, bien minime maintenant, de la valve redresseuse ; consommation de courant insignifiante, propreté idéale, etc...

Reste la question de la régulation : sur les secteurs à voltage irrégulier, comme il y en a encore trop malheureusement, l'emploi d'un redresseur ordinaire est pratiquement impossible, c'est pourquoi nous avons tenu à signaler à nos lecteurs une nouveauté qui les intéressera fortement.

Il s'agit du STATOR B. A. 17. Cet appareil se présente sous la forme d'un simple coffret rectangulaire. Il ne comporte ni bouton de mise en marche, ni bouton de réglage, ni voltmètre. Bien mieux encore : le fil et la prise de courant, qui sont fournis avec, peuvent rester en permanence branchés au secteur.

Mais alors, direz-vous, l'appareil fonctionne en permanence ? Nullement, car il comporte à l'intérieur un petit relai électromagnétique. L'allumage des lampes du poste suffit à mettre l'appareil en marche. Leur extinction suffit à l'arrêter ; il ne peut pas fonctionner à vide.

Le STATOR B. A. 17 peut donc être placé n'importe où : sous une table, dans un meuble ou un placard, sans qu'on ait à y regarder jamais. Entièrement blindé, tant mécaniquement qu'au point de vue électrique et de dimensions restreintes, il trouve sa place partout.

Le STATOR B. A. 17 comporte un transformateur largement calculé, des selfs et condensateurs de filtrage comme on n'a pas l'habitude d'en voir dans ces appareils ; des prises sont prévues à 4, 40, 80 et 120 volts dans le style usuel. Des types spéciaux comportent des prises à 160 volts et deux prises de tension négative pour polarisation.

Une ou plusieurs lampes de régulation combinées avec une disposition spéciale d'enroulement du transformateur rendent les tensions pratiquement constantes, quelles que soient les variations de voltage au secteur.

Encore un mot : le prix de cet appareil n'est pas plus élevé que celui d'un bon ensemble chargeur batteries. Seules les personnes qui n'ont pas le courant électrique alternatif d'éclairage, ou celles dont le secteur est sujet à des pannes fréquentes, seront excusables de n'en pas avoir fait l'acquisition.

Digitized by Google

CONSEILS d'un BRICOLEUR

MONTAGES

IL nous reste pour le chapitre, amplification basse-fréquence, à voir le montage à résistance et le push-pull.

La figure 18 représente le premier de ceux-ci, qui est certainement le plus simple de tous les montages BF. La résistance R, d'une valeur oscillant de 50.000 à 80.000 ohms suivant la lampe employée, doit être de qualité irréprochable et très stable. Le condensateur de liaison C est du modèle des P.T.T. et d'une capacité de 1/10 de Mfd. Enfin R_1 = 500.000 ohms à 1 mégohm. Comme pour les autres montages, le chauffage du filament est commandé par l'interrupteur I.

L'ampli à résistance, de par sa simplicité même, a séduit (et séduit encore) beaucoup d'amateurs ; il ne faut cependant pas se leurrer, comme nous allons le voir. Il est certain que le prix de revient du montage proprement dit est bien inférieur à celui d'un étage équipé avec un bon transformateur ou une bonne self ; il est vrai également que la reproduction obtenue est très fidèle, mais à condition de disposer d'une tension plaque suffisante pour la lampe qui se trouve alimentée par l'intermédiaire de R, faute de quoi il se produit une magnifique déformation rendant l'audition pénible à toute oreille ayant un peu d'éducation musicale.

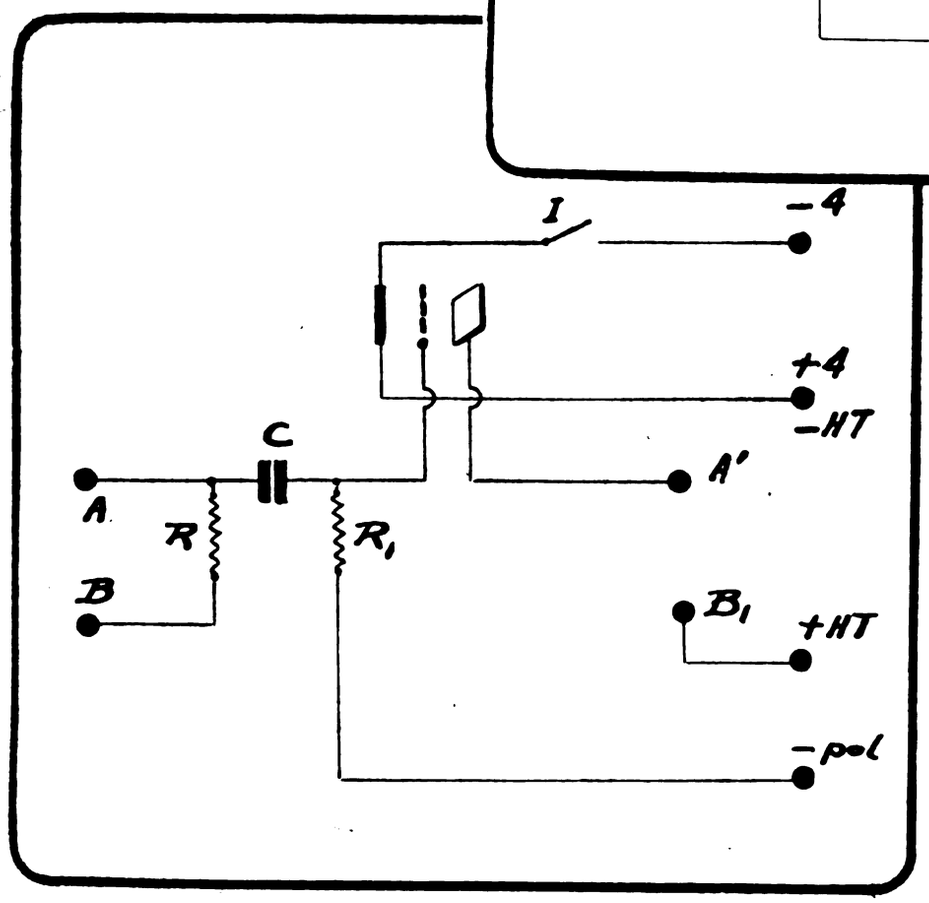


Fig. 18.

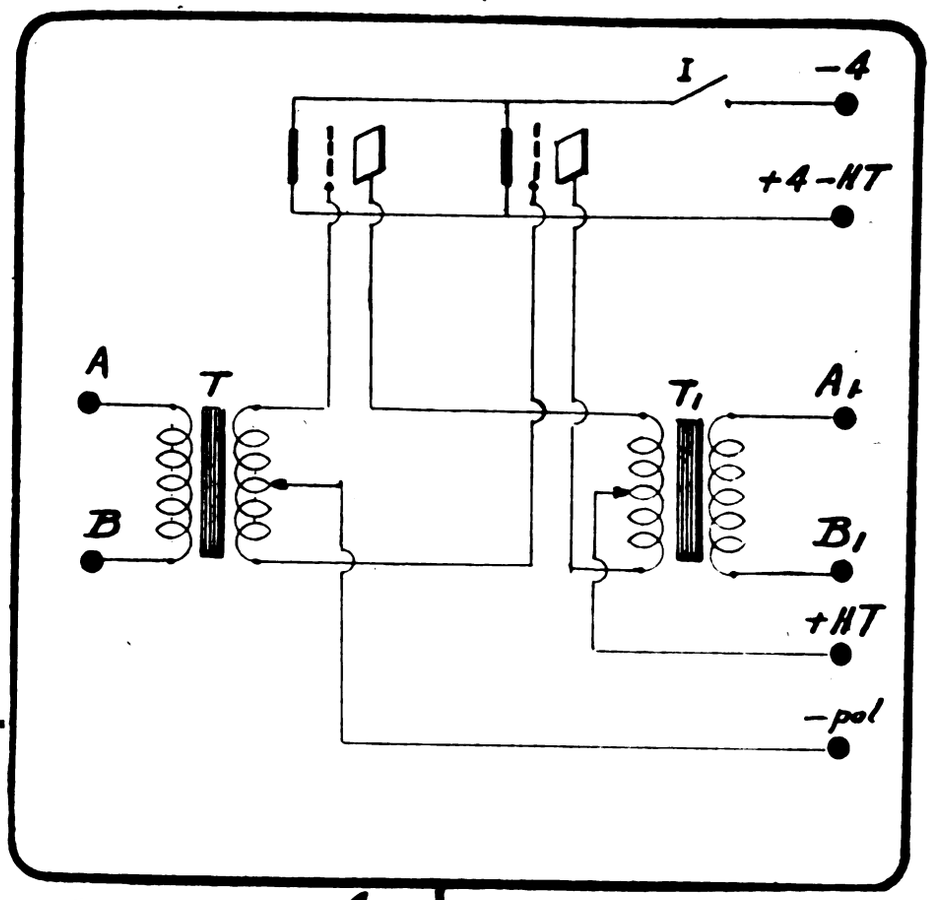


Fig. 19.

Il faut, au bas mot, 200 à 250 volts pour obtenir un fonctionnement acceptable tant en pureté qu'en amplification. De ceci, il résulte une chose très claire : l'économie faite sur le montage est perdue par l'alimentation et il est, à notre avis, bien préférable de n'avoir que 120 volts et une B. F. à transformateur qui, avec les transfos actuellement sur le marché, donne une forte amplification et une pureté presque parfaite qu'un étage à résistance qui, malgré tout, donne une amplification moindre et revient aussi cher.

Quelques mots maintenant sur le push-pull. La figure 19 nous en donne le schéma. Le transformateur d'entrée T est de rapport 1/3, 1/4 ou 1/5, la moyenne de 1/4 étant à conseiller plus que les autres si le montage suit directement la détection ; et un rap-

Digitized by Google

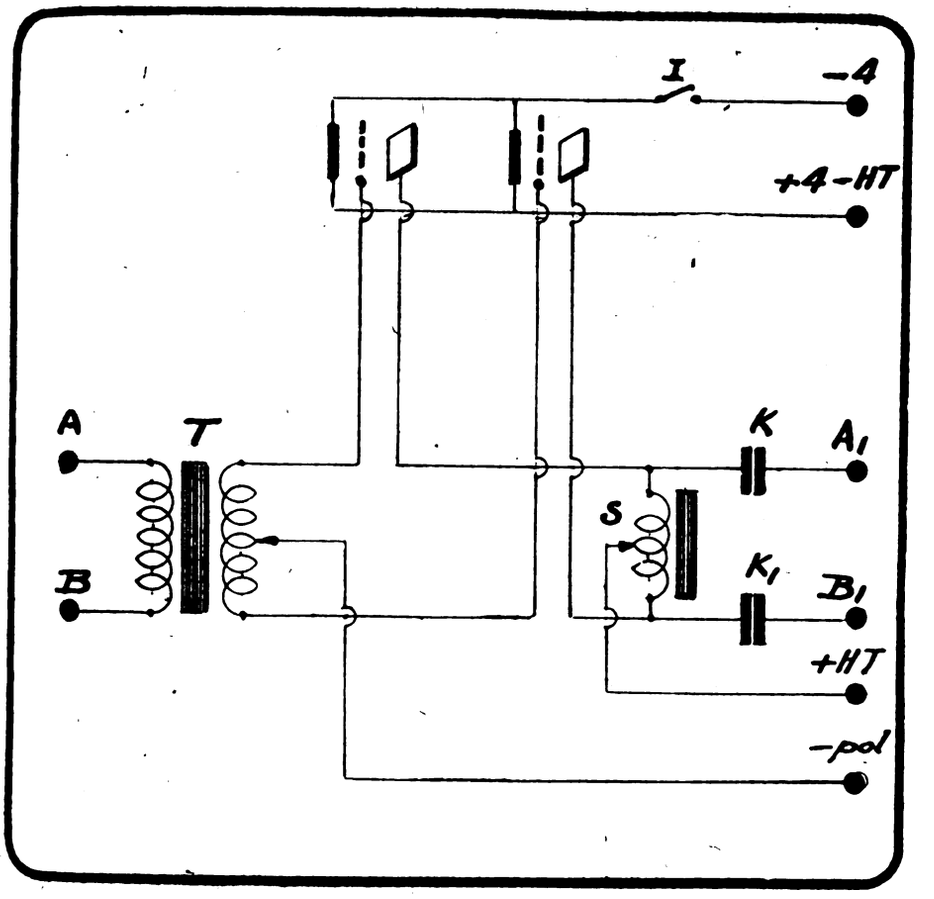


Fig. 20.

port de 1/3 étant le maximum dans le cas où un premier étage B. F. le précède. Le secondaire porte une prise médiane reliée à la polarisation, les deux extrémités de l'enroulement attaquant les deux grilles des lampes amplificatrices. Les deux plaques sont connectées aux extrémités du primaire du transformateur T_1 ou de la self S (fig. 20), de sortie. L'emploi de l'un ou de l'autre de ces appareils est obligatoire avec l'ampli push-pull ; le rapport du transfo est de 1/1, la self peut être de 20 à 100 henrys. Si l'on se sert de ce dernier moyen, les deux condensateurs fixes K et K_1 sont de 2 à 4 Mfds chacun.

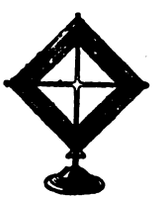
Le seul reproche que l'on puisse faire au push-pull est sa gourmandise en lampes, puisqu'il lui en faut deux fois plus qu'aux montages ordinaires. Cet inconvénient est cependant largement compensé par ses qualités : la fidélité de la reproduction est parfaite, même avec des transformateurs de valeur moyenne, ce qui n'empêche d'ailleurs pas de se servir d'organes de qualité supérieure si l'on en a les moyens ; d'autre part, l'amplification par étage est plus forte qu'avec le montage normal à une seule lampe, d'où la possibilité de n'avoir qu'un étage B. F. avec une tension plaque relativement faible de 80 volts.

Voici, passés en revue, les principaux montages amplificateurs basse fréquence; devant leur nombre l'on se heurte à l'embarras du choix !

Nous éliminerons les montages à résistance qui ne sont pas intéressants, ainsi que le schéma à auto-transformateur qui parait être abandonné à juste raison (est assez délicat et ne donne pas de très bons résultats en pureté).

Reste le montage à transfo ordinaire, celui à impédance et enfin le push-pull. Ces trois procédés peuvent, à coup sûr, satisfaire les plus difficiles. Dans le cas d'un étage unique, le schéma de la figure 14 convient toujours, la lampe étant de préférence une trigrille de puissance avec une tension plaque de 120 volts ; toutefois les résultats seront encore excellents, souvent meilleurs quant à la pureté, avec une triode de puissance telle que : R 77 ; B 405 ; P 425 ; D 5 ou DX 502. Si l'on ne désire qu'une puissance assez réduite, le schéma sera celui de la figure 16 ou, ce qui est mieux, de la figure 17. Enfin, le push-pull des figures 19 et 20 est apte à affronter le jugement des amateurs de bonne musique. Pour obtenir une bonne puissance, par exemple pour une grande pièce ou dans un jardin, il est préférable d'employer 2 étages, constitués en assemblant les figures 14 et 17 ou 14 et 20, la haute tension du premier étage étant de 80 à 100 volts et celle du dernier de 150 ou 160 volts. La combinaison 14 et 20 est la meilleure, le transformateur d'entrée sera alors de rapport 1/3 et le push-pull de 1/2. En première lampe, nous aurons une B 406 ou similaire dans les autres marques ; les lampes du push-pull seront des triodes de puissance pour étage final : B. 403, P 425, etc...

Dans tous les cas, il est agréable de pouvoir faire varier à volonté le coefficient d'amplification de la B. F. ; l'on disposera à cet effet une résistance variable en shunt sur le secondaire du premier ou de l'unique transfo B. F. dans le cas des montages à transfo, ou en shunt sur S_1 pour le montage à impédance. Cette résistance doit pouvoir varier progressivement de quelques centaines d'ohms à quelques mégohms. Enfin, pour terminer, il est nécessaire, avec une bonne amplification B. F., d'attaquer un bon haut-parleur, afin d'obtenir le maximum de rendement à tous points de vue. L'impédance de ce H. P. doit être voisine de celle de la lampe qui l'alimente, sauf pour le cas des trigrilles de puissance, ayant une résistance interne de l'ordre de 50.000 ohms, mais ne fonctionnant dans de bonnes conditions qu'avec un H. P. ou un organe de sortie d'une impédance beaucoup plus faible : 1.500 ohms environ.



Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ETRANGERE

ARGENTINE

« REVISTA TELEGRAFICA » (Buenos-Ayres). — Année XVIII, nº 205, octobre 1929.

Le « 42 », nouveau récepteur pour le Broadcasting, par Felix F. Molero, Directeur de l'Observatoire Météorologique de Puerto Madryn (Chubut).

Ce nouveau circuit pour Broadcasting remplit toutes les conditions exigées par la technique moderne, il est dû au même expérimentateur avisé qui, en fin 28, avait présenté un « S hnell Direct ».

L'auteur insiste en premier lieu sur la nécessité absolue d'adapter les organes, sinon le schéma, aux nouveaux tubes à écran : il ne suffit pas de placer ces lampes sur un montage quelconque et de supprimer les capacités de neutrodynation, il ne faut pas aussi hésiter à adopter de nouvelles formules et, pour cela, il importe d'avoir déjà des connaissances assez étendues sur la T. S. F. : une habitude et un entrainement sont toujours à conseiller et l'amateur ne doit entreprendre la réalisation d'un montage moderne que lorsqu'il aura mis au point un schéma simple à base de détectrice sans étages haute fréquence préliminaires.

Après avoir exposé d'une façon très claire et à l'aide d'heureuses comparaisons les notions sommaires de longueurs d'ondes, de modulation et d'interférence, Sr F. D. Molero aborde la description de son « 42 ».

Le circuit est un quatre lampes du genre C- 119 à couplage indirect ou direct de l'aérien, muni d'une réation statique. Il comprend une haute fréquence type A. 442 unie à une détectrice type A. 415 au moyen d'un transformateur H. F. à primaire accordé et deux B. F. à transformateurs de faible rapport.

La première lampe à écran de grille élève considérablement le voltage H. F. initial et l'applique à une détectrice qui peut travailler alors dans les meilleures conditions possibles : la sensibilité est accrue dans de grandes proportions. La self secondaire est constituée par deux inductances cylindriques connectées en séries, séparées par l'enroulement primaire d'antenne. Les chiffres donnés par l'auteur sont les suivants :

Self primaire :

Diamètre	50 mm
Longueur	8 mm.
Spires	7
Fil	4/10, 2 c.c.

Self secondaire (2 enroulements identiques en série) :

Diamètre	50 mm.
Longueur de chaque self	22 mm.
Nombre de spires de chaque self	34
Fil	4/10, 2 c.c.

Distance prévue entre la self d'antenne et chaque demi-self secondaire : 7 mm. Le sens de connexions de cet ensemble « sandwich » est également donné. L'antenne peut être couplée directement à la grille au moyen d'un petit condensateur « Mignon » servant à doser l'énergie transmise : la sélectivité diminue alors mais la sensibilité, augmentée, permet de rechercher les stations lointaines.

Les données du transformateur H. F. de liaison sont les suivantes : les deux enroulements P et S sont effectués l'un par-dessus l'autre et séparés par deux feuilles de papier; paraffiné sur un tube de carton de 50 mm, de diamètre et de 90 de long, le primaire comprend 88 spires en 4/10, le secondaire, placé par-dessus, 68 spires seulement. Le sens des connexions est à observer. Le couplage P-S est donc serré et le primaire est accordé par un condensateur variable du type habituel.

L'organe détecteur est monté de façon spéciale : en série dans la grille de la détectrice se trouve placé le condensateur shunté habituel (retour de grille au « + A »), mais en plus une seconde résistance dérive directement la grille au « + A » ; également : la sensibilité est augmentée sans que la distorsion apparaisse. La plaque de la détectrice est réunie à un condensateur de quelques lames du type utilisé habituellement pour la neutrodynation. Ce condensateur est employé pour faire entrer le circuit en oscillations et obtenir le degré d'amplification désiré.

L'ensemble est monté sur un châssis d'aluminium et mesure : 18 × 30 × 22 cm., les bornes de connexion aux batteries sont remplacées par un câble à plusieurs conducteurs. Le panneau avant, métallique, est relié au point commun : Terre, —A —B + C.

L'électrification des récepteurs, par J. Sar.

Dans un très intéressant article abondamment illustré, l'un des rédacteurs les plus réguliers de la *Revista Telegrafica* poursuit l'exposé des méthodes préconisées pour « l'électrification » des circuits :

Alimentation du filament en alternatif. — Le récepteur doit être tout d'abord débarrassé du circuit de chauffage qui l'équipait, les supports de lampes sont ensuite déplacés, s'il y a lieu, de façon à être aussi éloignés que possible des connexions de grille et de plaque. Cette opération n'est pas absolument indispensable mais fortement recommandée. Les connexions de rhéostats, ampérites, interrupteurs de filament, ampoules des cadrans lumineux, etc., doivent être effectuées en fils souples torsadés, autrement dit le « retour » des organes doit être torsadé autour des fils d'aller. Le transformateur abaisseur doit être muni d'une prise rigoureusement médiane sur le secondaire, prise à laquelle seront connectés tous les fils aboutissant précédemment à la source « A ». Si le transformateur ne possède pas cette prise, les retours sont effectués au curseur d'un potentiomètre monté en parallèle sur les deux fils extrêmes; une méthode préférable consiste à effectuer les retours de grille directement sur chaque lampe intéressée, au point central d'une résistance fixe (« center tap ») montée sur les deux bornes du chauffage. Les grilles peuvent être polarisées positivement (détectrice) ou négativement (B. F.) au moyen de petites batteries « C ».

Le transformateur abaisseur « A » doit être soigneusement blindé et son circuit magnétique connecté à la Terre.

Alimentation du circuit plaque en alternatif. — Le montage redresseur filtre sera réalisé suivant le nombre de lampes du récepteur, leur type, leur consommation anodique, en un mot, leurs caractéristiques. On peut utiliser soit des valves sans filament (Raytheon), soit des tubes mono ou biplaques le filtre sera en double π. L'emploi de capacités doubles ou triples pour le shuntage des différentes tensions facilite le câblage et diminue l'encombrement.

L'amateur a tout intérêt à acheter dans le commerce les transformateurs, selfs et condensateurs nécessaires; la réalisation de ces organes ne présentant pas d'avantage réel au point de vue économie, ceux-ci sont fixés sur une planchette et le circuit est protégé par un blindage efficace relié à la terre. Les connexions en fils souples torsadés seront de préférence soudées. On veillera à ce que les tôles des différents transformateurs ou selfs ne puissent vibrer lorsque le redresseur filtre est sous tension, il en résulterait un bruit mécanique fort désagréable.

Les condensateurs fixes seront choisis d'une marque sérieuse et isolés à 3 ou 4 fois la tension d'utilisation. Les « blocks » de capacités sont à préférer.

Les selfs seront à inductance élevée pour s'opposer autant que possible au passage du courant alternatif, elles seront prévues en conducteur de gros diamètre pour diminer la chute de tension.

Obtention de la tension "C N". — Le Calcul de la résistance constituant à elle seule presque toute la source " C ", celle-ci est effectuée par la loi d'Ohm. On peut utiliser un organe variable de 150 à 400 ohms pouvant donner toutes les valeurs désirées.

L'Electrodyne, par A. Planès-Py.

Description de l'élément primaire « Electrodyne » avec tous dessins et coupes facilitant la réalisation par l'amateur.

Filtres pour moteurs, par S. P. I. Acuña.

Une page seulement suffit à l'auteur pour exposer clairement les dispositions qu'il est possible de prendre pour sinon éliminer completement, du moins diminuer les parasites dus aux moteurs du voisinage. Une self de choc haute fréquence est prévue en série sur chaque fil avant le moteur (recouvert d'une enveloppe métallique connectée à la terre). Entre les deux selfs H. F. et le moteur sont placés deux condensateurs fixes en série dont la connexion centrale est également réunie à la terre (1 M.F si le courant est alternatif, plusieurs M.F. pour un secteur continu).

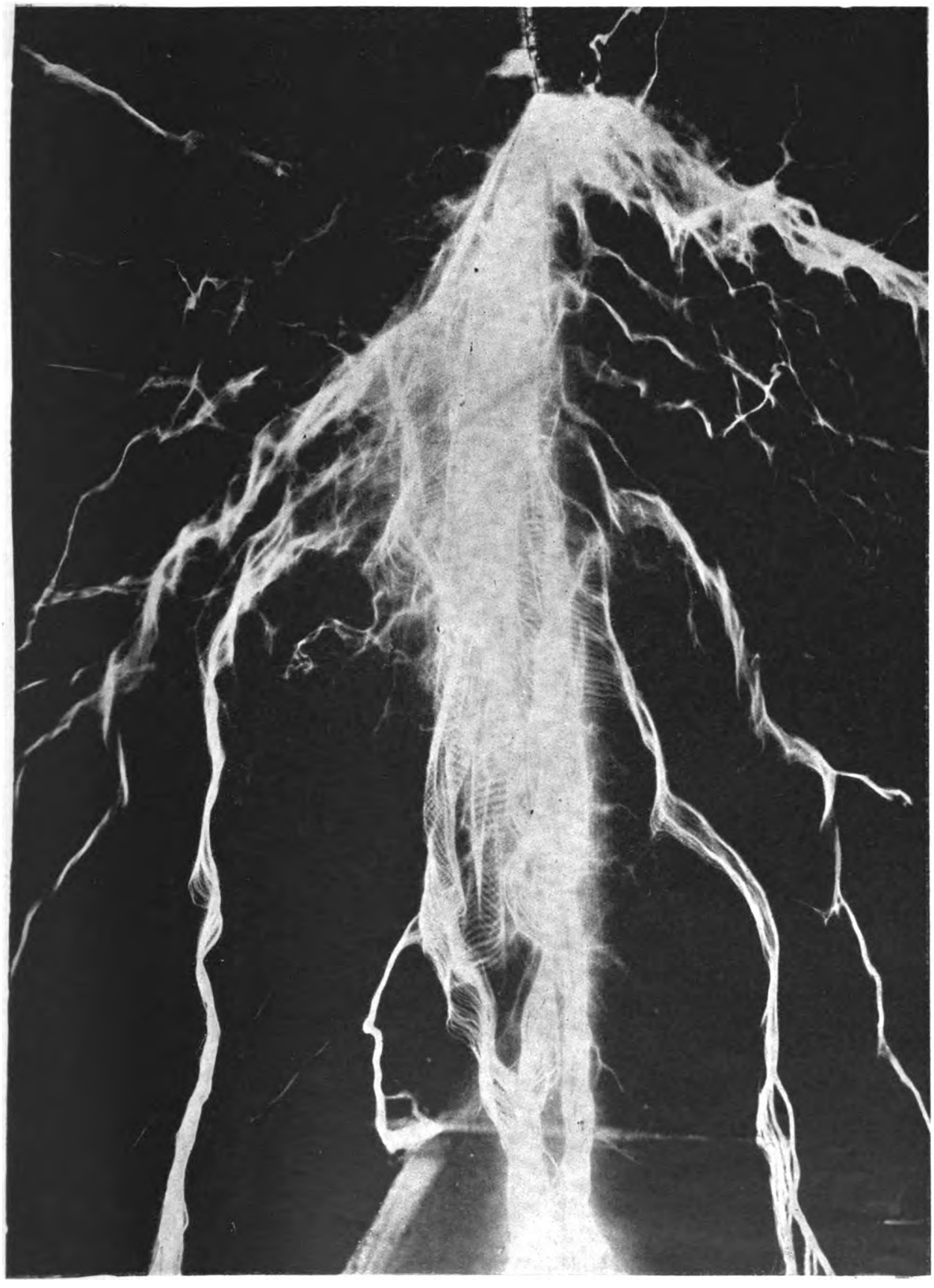
Le « Superband 6 » électrifié, par F. Laconca.

L'auteur traite de la transformation du « Superband » tel qu'il a été décrit par P. Noizeux dans les nº 201, 202 et 204 de la *Revista Telegrafica* : (voir : « A travers la Presse Etrangère » des derniers mois) en un circuit fonctionnant directement sur le secteur alternatif.

Les filaments sont alimentés sous 2 1/4 volts (transformateur de 10 ampères) et il est appliqué aux plaques un courant maximum de 220 volts (60 M.A.) Les blindages des circuits oscillateur et amplificateur sont connectés à la terre. Les condensateurs variables (première détectrice et hétérodyne doivent être à isolement soigné pour éviter tout court-circuit sur la batterie de polarisation. La réception des ondes courtes sera meilleure si la tension de polarisation de la détectrice est fournie par une batterie indépendante.

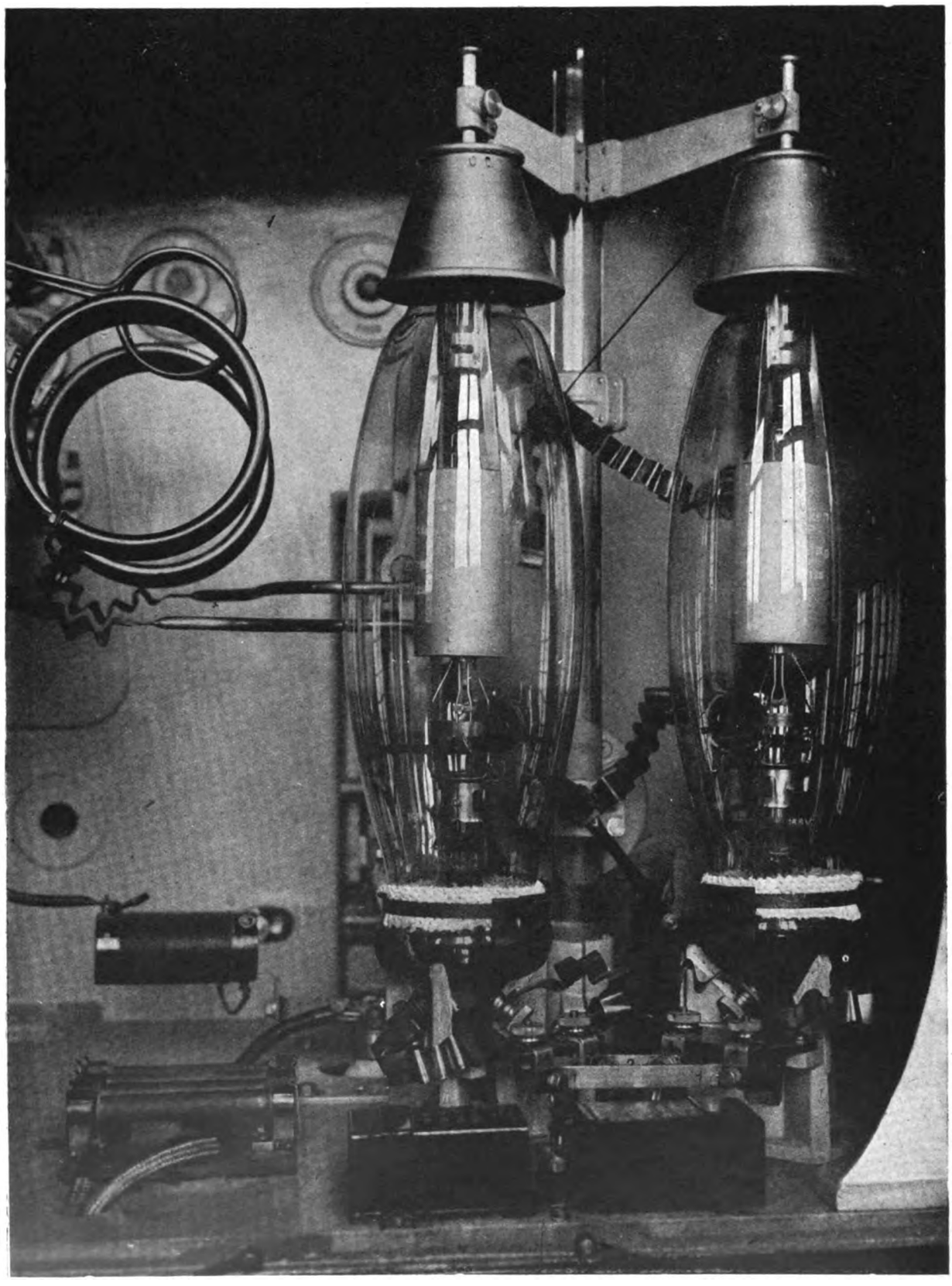
Signalons aussi les articles suivants que nous ne pouvons analyser faute de place :

Digitized by Google



PHOTOGRAPHIE D'UNE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE A 3.000.000 DE VOLTS.
OBTENUE A SAN-FRANCISCO PAR M. HECTOR-M. HASSEL.

Digitized by Google



A LA STATION DE ZEESEN.

LAMPES OSCILLATRICES A REFROIDISSEMENT PAR CIRCULATION D'EAU.

Digitized by Google

« L'Amplification push pull » (suite par Enrique L. Repetto.

« Encore la modulation » par F. Moreno.

« Sur la commande du volume » par Franck C. Jones.

« Le 50me anniversaire de la lampe électrique ».

« Une consultation médicale complète entre Berlin et Buenos-Ayres.

« Le Noctovisor » de J. L. Baird.

« ICARM (Buenos Ayres). — Année VII, nos 7 à 9, juillet-septembre, 1929.

Ephémérides. — Hommages à l'inventeur de la lampe électrique à incandescence Thomas Alva Edison.

***

BELGIQUE

« RADIO-HOME » (Bruxelles). — N° 110 et 111, 25 octobre et 10 novembre 1929.

Le récepteur « Portable V. 2 », par A. Planès-Py.

Description complète du « Portable V. 2 » monté sur le schéma donné par le même auteur dans l'*Antenne* en mai dernier, article illustré de plans et photographies.

L'alimentation totale sur alternatif du récepteur « Parfait ». — Toutes indications permettant à l'amateur de réaliser la boîte d'alimentation complète « A-B » destinée à équiper le quatre lampes « Parfait » dont nous avons rendu compte dans une récente « Revue de la Presse Étrangère ».

Cette boîte renferme un transformateur à trois secondaires alimentant respectivement le filament de la valve biplaque Telefuuken RGN 1503 (1,5 + 1,5 = 3 volts, 2 ampères) les lampes réceptrices (4 volts 4 ampères) et fournissant la tension de plaque (200 + 200 = 400 volts 75 milliampères), L'ensemble est complété par une self à fer (40 henrys pour 40 milliampères, 15.00 spires en 15/100), quatre capacités de 4 M.F, un rhéostat de 6 ohms pour le chauffage de la valve et un potentiomètre de 30 ohms pour le retour de grille à un point de potentiel nul.

***

BRESIL

« ANTENNA » (Rio de Janeiro). — Année IV, n° 42.

L'électrification des circuits. — L'auteur envisage la réalisation facile par l'amateur du transformateur abaisseur alimentant des lampes réceptrices. Les tubes livrés par le commerce étant de types différents, il doit être prévu deux ou trois secondaires distincts. C'est ainsi qu'un récepteur équipé avec des Philips C 142, F. 215, F. 209 et D. 143 exigera deux secondaires, l'un de 2.5 volts pour 8,13 watts et l'autre de 1,5 volt pour 0,9 watts. Les secondaires devront donner respectivement 2,5 volts sous 8,75 watts et 1,5 volt sous 3,35 watts pour quatre Radiotrons AC.22, une 227 et deux 226. Enfin les Telefunken pour alternatif travaillent sous 3,5 à 4 volts et absorbent de 1,1 à 2,2 ampères.

Le transformateur décrit comporte deux secondaires, l'un fournissant 2,5 volts sous 10 watts, l'autre 1,5 sous 5 watts; on peut ainsi au besoin alimenter des tubes travaillant sous 4 volts. Le noyau magnétique (en U fermé) est constitué par des tôles minces empilées de 7 et 8 cm. de long sur 2 de large. Pour un primaire à 110 volts, l'énergie fournie doit être de 15 watts + 8 % de pertes soit 16,20 watts. Le courant primaire est de 0,15 ampère (fil n° 27). Le secondaire 2,5 volts 4 ampères est constitué en fil n° 14 (68 spires), le deuxième secondaire 1,5 volts 3,3 ampères en fil n° 15 (40 spires). La section du fer est de 4,33 cm2 et son poids de près d'un kilo.

Un récepteur complet. — Circuit devenu classique à trois lampes : une haute fréquence à grille écran, une détectrice à réaction et une trigrille de puissance basse fréquence par transformateur.

L'accord en Bourne est placé à l'intérieur d'un blindage renfermant également la lampe haute fréquence. Celle-ci est réunie à la détectrice au moyen d'un transformateur haute fréquence secondaire accordé, réaction magnétique sur ce secondaire. Les lampes Radiotron UX.222, 199 et 120 peuvent être utilisées.

Détail à signaler : les deux transformateurs haute fréquence (couplage antenne et liaison) sont bobinés sur des tubes de carton paraffiné de petit diamètre (25 mm.) fixé sur des plaquettes de grandes dimensions portant des broches. Les pertes sont ainsi diminuées et l'encombrement réduit sans que l'interchangeabilité des bobinages cesse d'être assurée.

Ce circuit ne radie pas dans l'antenne et peut être prévu pour fonctionner également sur l'alternatif en utilisant des tubes spéciaux.

***

ESPAGNE

« RADIO-BARCELONA » (Barcelone). — Année VII, n° 272 à 275, nov. 1929.

« Radio-Barcelona » reproduit, en la faisant suivre d'une note explicative, la médaille d'honneur qui fut offerte à la Station Barcelona EAJ.1 par le Radio Club de Marseille et du Midi de la France en remerciement de l'aide apportée par la grande station Espagnole au Radio Rally Automobile qui eut lieu dans le midi de la France le 9 juin dernier.

Le 22 octobre dernier fut inaugurée à Aranjuez par S. M. Alphonse XIII et les membres du gouvernement la station « Transradio Española » destinée à assurer les communications intercontinentales. La station est établie à 2 km. d'Aranjuez ; une construction abrite les circuits émetteurs télégraphiques et téléphoniques ; une autre les machines productrices de l'énergie électrique. Le Roi établit successivement des communications avec La Havane, Rio de Janeiro, New-York et Buenos-Ayres et échangea plusieurs conversations avec ces différents pays.

Le récepteur « R. B. I. » — Le laboratoire privé de « Radio Barcelone EAJ 1 » a établi le schéma d'un montage de vulgarisation qui sera distribué à des œuvres de bienfaisance, hôpitaux, écoles, etc. Il comprend dans un même coffret le circuit récepteur et le dispositif d'alimentation directe sur le secteur.

Le récepteur est composé d'une détection par galène avec accord direct précédé d'un filtre et de deux étages basse fréquence à transformateurs, dont le second en push pull. L'alimentation (directe) des lampes amplificatrices est assurée par deux transformateurs, dont l'un à deux secondaires, fournissant 2,5 + 2,5 = 5 volts pour le chauffage et 150 + 150 = 300 volts pour la tension de plaque (redressement par valve biplaque).

Le montage est fait d'une façon très ingénieuse dans le même coffret : le panneau avant monté sur charnières peut se rabattre vers l'opérateur et mettre sous les yeux de celui-ci le circuit récepteur côté selfs et lampes et partie câblage. Le récepteur, monté sur une planchette d'ébonite fixée normalement au panneau avant au moyen d'équerres, est réuni au circuit d'alimentation blindé par des câbles souples.

Comment monter un pick up sur un récepteur Radio, par le Dr. P.-A. Planel.

Le Pick Up peut être connecté soit dans le circuit casque d'un récepteur à galène, soit en série dans la grille de la détectrice d'un poste à lampes ; pour ce dernier montage un jack bi-contacteur à deux ruptures est nécessaire.

« RADIO TECNICA » (Madrid-Barcelone). — Année IV n° 4, nov. 1929.

Le superhétérodyne « Kit n° 2 », par L. Jackle.

Récepteur changeur de fréquence utilisant des lampes et accessoires Philips comprenant une oscillatrice bigrille, une moyenne fréquence par tube à écran A. 442, une détectrice A. 415 à réaction magnétique commandée par capacité sur le secondaire du transformateur M. F. et une basse fréquence par B. 443. Réception sur cadre ou antenne, terre fixe au « — A ». L'hétérodynation se faisant sur 5.000 mètres environ, aucun blindage n'est prévu pour la lampe M.F. Le Filtre et le transformateur sont constitués par deux selfs accolées à couplage serré. Les deux organes sont disposés à angle droit pour éviter tout couplage inductif.

Les selfs oscillatrices sont réalisées en fond de panier de 10 cm. de diamètre extérieur et 3,4 de diamètre intérieur.

Plan de câblage grandeur réelle.

Le petit « Sanson » par Ant. Navarete.

C. 119 à une B. F. électrifié en alternatif : les deux condensateurs d'accord et de résonance sont commandés par le même bouton, et un vernier disposé en parallèle sur le premier permet d'obtenir la résonance exacte. Les lampes utilisées sont des E. 442 (H.F.) et E.424 (D) à cathode chauffée indirectement et B.443 (B.F.) à alimentation directe. Accord en Tesla.

Récepteurs électrifiés, par A. Riu.

Article rédactionnel sur des accessoires et organes Philip-Radio.

« ANTENA » (Madrid). — Année II, n° 16, sept. 1929.

Un récepteur bigrille permettant différentes combinaisons, par M. Cano Gascon.

Modification du reflex connu sous la dénomination de « ST. 100 ». Les combinaisons possibles obtenues à l'aide d'inverseurs et de manettes sont les suivantes :

Accord Tesla, Accord Direct, Tesla à primaire désaccordé ; Détectrice à réaction bigrille, 5 volts à la plaque ; même montage utilisant la tension de chauffage comme source de courant plaque; Reflex, une haute fréquence, galène, et une basse fréquence par transformateur.

ANTENA » (Madrid). — Année II, n° 17-18, octobre-Novembre 1929.

Le « A. E. B. 4 », par Chitos.

Schéma classique du C. 119 adapté aux tubes modernes à écran : une haute fréquence avec accord Oudin fixe, une détectrice à réaction magnétique commandée par capacité, alimentée en parallèle et deux étages basse fréquence à transformateurs avec jacks pour 3 ou 4 lampes. Trigrille de puissance.

Digitized by Google

Le récepteur « SENOIRB. 2 » électrifié en continu, par Portales.

Une détectrice à réaction magnétique et une basse fréquence à transformateurs. Le circuit d'alimentation, classique, comprend une batterie de 4 volts en tampon (3 A.H.) dont le débit de charge est déterminé par une lampe de 20 Watts. La tension de plaque est prise de part et d'autre de cette lampe et filtrée par une self (primaire de transformateur 1/3 ou 1/5) et trois condensateurs de 1 à 4 M.D. La lampe basse fréquence est polarisée par une pile indépendante. La tension de plaque de la détectrice peut être modifiée au moyen d'une résistance variable de 3 méghoms shuntée par une capacité fixe.

« E. A. R. » (Madrid). — Année IV, nº 54, octobre 1929.

Chez les émetteurs espagnols. — Description de la station EAR.105 (Sr. D. Sant. Maymi de Barcelone). Oscillateur Hartley « grande capacité » travaillant en Master devant une amplificatrice haute fréquence neutrodynée. Lampes Cl. 1257 Métal. Tension plaque 300 volts, fournie par le secteur urbain non filtré. Antenne Zeppelin. Modulation sur le retour de grille de l'amplificatrice par intermédiaire d'un amplificateur microphonique.

Récepteur à trois lampes : une haute fréquence à écran, une détectrice et une basse fréquence. L'ensemble transformateur H.F.-Réaction seul étant blindé.

***

ITALIE

« RADIO LUX (Milan). — Année III, nº 10, 31 octobre 1929.

« *L'Iperdina* », par E. Cammareri.

Ce nouveau montage, conçu et breveté par ses inventeurs Dr. G. Mecozzi et E. Ranzi de Angelis, basé sur le changement de fréquence, s'apparente à l'Ultradyne mais en diffère par la partie oscillante : il nécessite l'emploi de deux lampes distinctes bigrilles ou à écran. Il serait à souhaiter que « Radio-Lux » puisse donner une réalisation complète de cet intéressant circuit, la description technique de l'auteur ne portant que sur le fonctionnement général du système.

Un « Super » à la portée de tous, par G. Manisco.

L'auteur donne des indications générales permettant à l'amateur de perfectionner son récepteur superhétérodyne et d'en tirer le maximum de satisfactions.

Les qualités primordiales d'un superhétérodyne devant être la pureté, la stabilité, la sélectivité et la puissance, tous les moyens doivent être mis en œuvre pour les obtenir à un degré convenable.

La pureté sera améliorée dans des proportions considérables si on peut diminuer au minimum le bruit de fond, écueil des réceptions artistiques. Ce bruit de fond étant dû à des causes internes et externes, c'est-à-dire au fonctionnement même du récepteur et à des parasites amplifiés par circuit, il convient d'examiner le montage et de le modifier s'il y a lieu. La suppression des parasites atmosphériques et urbains ne pouvant être totale dans l'état actuel de la technique, on tâchera cependant de soustraire le récepteur à leur influence. Les pouvoirs publics et le Gouvernement peuvent d'autre part adopter telles mesures utiles pour réduire la gêne occasionnée aux amateurs sans-filistes. Le blindage des moteurs et l'interposition de filtres sur les fils de ligne constituant des remèdes assez efficaces qu'il serait intéressant d'appliquer.

L'augmentation de la sensibilité et de la puissance du récepteur conduit souvent à compromettre la stabilité du montage, les circuits entrant spontanément en oscillations par suite de causes diverses qu'il importe de déterminer (capacité interne des lampes, inductions, etc.)

S'il est essentiel d'autre part que la sélectivité soit convenable, il est mauvais de la pousser à l'extrême : une déformation apparaîtrait qui ferait perdre le bénéfice attendu. Il faut que la courbe du système réalisé soit telle qu'elle permette d'embrasser toutes les fréquences transmises, et pour cela qu'elle soit « aplatie » avec lignes ascendante et descendante aussi rapprochées que possible de la verticale.

La station I. 1LL. — Description de la station I 1LL de la 15me Légion MVSN « La Leonessa » (Brescia) par son opérateur habituel Sr. Ezio Gervasoni.

L'oscillateur, du type Hartley, est équipé avec une W 100. A travaillant sous 2.000 volts à la plaque (courant redressé filtré par une self de 250 henrys et capacités de 6 M.F.) Les ondes de travail sont : 23 ; 42,5 ; 45 et 55 mètres. L'antenne, un aérien du type Zeppelin. La station comprend en outre trois montages portatifs désignés respectivement par les indicatifs 1LLa, 1LLb et 1LLc et utilisant un schéma analogue avec piles sèches (6 et 400 volts).

« RADIO GIORNALE » (Milan). — Année VII, nº 10, octobre 1929.

Numéro presque uniquement consacré à la première Exposition Internationale de T. S. F. donnant un compte rendu détaillé des principales nouveautés exposées.

A signaler les belles réalisations de récepteurs à commande unique des Etablissements Alocchio et Bacchini (3.A, 7.2), Antonini et Dottorini de Perugia, les meubles de la F. A. R. de Livorno (Ultrafar) et de Fonotron de Milan, les circuits de tension anodique AF.60-183-200 d'Angiola Fedi de Milan, les récepteurs électrifiés de la R. A. M. (Milan) dont un superhétérodyne pour la bande 220-580 mètres, les dynamiques de Safar et de Ram (Milan) les pick up et condensateurs de Safar et enfin les ensembles émetteurs de la Marconi (Rome) fixes et portatifs.

Récepteur 1929 à 5 lampes pour courant alternatif (200 à 550 m.), par Montu.

Réalisation « à l'américaine » d'un cinq lampes comprenant deux étages haute fréquence à transformateurs accordés (monoréglage), une détectrice, une basse fréquence à résistance et une deuxième basse fréquence à transformateur. Neutrodynage de la haute fréquence et circuits blindés. Lampes à cathode chauffée indirectement.

« RADIO RIVISTA » (Rome). — Année XI, nº 10, octobre 1929.

Un appareil à deux lampes pour ondes courtes, par Mario Mascolo.

Détectrice Schnell à accord Bourne suivie d'une basse fréquence trigrille de puissance. Circuit d'un encombrement très réduit.

Le « Simplex 3 » par Sandro Novellone.

De plus en plus le 3 lampes avec haute et basse fréquence par tubes à écran se vulgarise dans tous les pays... une description nous en est donnée par S. Novellone qui l'accouple à un redresseur filtre constituant un circuit alimenté entièrement par l'alternatif. L'antenne apériodique (résistance) permet de réduire les réglages à la manœuvre d'un seul cadran (résonance) sans pour cela que la puissance cesse d'être suffisante.

« RADIO TECNICA » (Rome) — Année VII, nº 6, août 1929.

Construction d'un amplificateur pour haut-parleur électrodynamique, par Radiotecnico.

Etage basse fréquence Push Pull équipé avec transformateur Ferranti AF.3 ou AF.5.c et OP.3.c. (sortie) et lampes UX245 travaillant sous 16 volts (60 M.A) et chauffées en alternatif sous 4 volts (3 amp.). Le transformateur de sortie à deux rapports (1/1,5 et 1/2,7) peut être utilisé pour un reproducteur magnétique de résistance comprise entre 750 et 2.000 ohms. Dans le cas d'un dynamique, le primaire seul est connecté en self de protection. Le circuit d'alimentation comprend deux transformateurs, l'un à deux secondaires distincts fournissant 4 volts 3 ampères pour les lampes de l'étage Push Pull et 4 volts 4 ampères pour les lampes du récepteur. L'autre donne deux fois 300 volts 100 milliampères pour la haute tension et 5 volts (2,5 + 2,5) deux ampères pour le chauffage de la valve biplaque. Les tensions disponibles à la sortie du filtre sont de 80 et 160 volts.

Les caractéristiques des lampes UX245 Radiotron utilisées sur le Push Pull sont les suivantes :

Tension filament 2,5 volts ;
Intens. filament 1,5 ampère.
Courant normal de plaque, 32 M. A.
Tension négative de grille, 50 volts.
Coefficient d'amplification, 3,5.
Résistance interne, 2.000 ohms.

On peut obtenir une puissance totale de 4,5 à 4,8 watts à la sortie, suffisante pour l'alimentation du plus puissant dynamique. On peut aussi utiliser des Telefunken RE604 (puissance obtenue 5 watts) sous 200 volts seulement ; les caractéristiques sont données ci-dessous :

Tension filament, 4 volts.
Intensité filament, 0,65 amp.
Tension normale de plaque, 200 volts
Intensité normale du courant de plaque 50 M. A.
Tension négative de grille, 25 volts...
Coefficient d'amplification, 3, 5.
Résistance interne, 1.000 ohms.

« RADIO RARIO » (Milan). — Année V, nº 43 à 47, 20 octobre, au 24 nov. 1929.

Alimentation totale sur l'alternatif d'un changeur de fréquence à quatre lampes, par G. B. Angeletti.

Récepteur superhétérodyne sur cadre ou antenne comprenant une bigrille oscillatrice, une moyenne fréquence à écran, une détectrice sans réaction (toutes trois à cathode chauffée indirectement) et une trigrille de puissance. Tension « A » 4 volts, tensions « B », 50, 75 et 150 volts, « C » B.F. : 12 volts. Circuit d'alimentation totale par transformateur à trois secondaires, valve biplaque et filtre en double π. Le filtre et le transformateur moyenne fréquence sont blindés.

Digitized by Google

PORTUGAL

« RADIO SCIENCIA » (Lisbonne). — Année VI, N° 6, octobre 1929.

Le « Chasseur de l'Ether » (Notes complémentaires), par A. C. M. de Carvalho.

Photographies du récepteur et de quelques organes utilisés n'ayant pu être reproduites dans le dernier numéro.

L'auteur complète également sa rédaction par les détails sur les organes d'origine anglaise utilisés par lui. Il attire spécialement l'attention des amateurs sur la self de choc haute fréquence, qui doit être efficace entre 20 et 2.000 mètres, avoir une inductance de 95.000 M. H., une capacité de 7 MMF et une résistance de 240 ohms.

Le transformateur basse fréquence est un Ferranti AF.3 amplifiant efficacement les fréquences comprises entre 60 et 6.000 périodes sans introduire de déformations. Grâce à la grande amplification de voltage obtenue au moyen d'une lampe appropriée des fréquences basses sont transmises dans toute leur intensité et sans déformations. Ce transformateur comportant en parallèle sur l'enroulement primaire et à l'intérieur du blindage une capacité fixe de 0,0003 M.F., il est recommandé de ne prévoir aucun condensateur sur ses enroulements.

La Radiodiffusion au pays des Soviets, par José M. de Guillen Garcia, ingénieur.

Nous extrayons quelques chiffres de ce très intéressant article écrit en Esthonie par un ingénieur particulièrement qualifié pour juger de l'œuvre accomplie en Russie soviétique en faveur de la Radiodiffusion.

Les dirigeants de l'U. R. S. S. ont attaché une grande importance à la Radiodiffusion dès que la technique moderne a permis de monter en quelques semaines des stations puissantes convenant admirablement à des buts de propagande.

«...Pour la Radiotéléphonie, il n'y a ni limites ni barrières, nous possédons un admirable élément qui permet de lancer un pont par dessus les frontières en faveur de la solidarité des travailleurs de tous les pays... ». Cette phrase, prononcée par un vice-commissaire du Peuple aux Postes et Télégraphes de l'Union des Républiques Soviétiques, montre à quel point les dirigeants de ce pays sont attachés à tous les moyens de diffusion de la pensée soviétique.

Le laboratoire « Lénine » à Nijnii Novgorod, spécialement établi pour les expériences et travaux scientifiques, dispose d'un matériel moderne et d'une énergie électrique considérable lui permettant d'étudier notamment l'amplification et les propriétés des cristaux oscillants; son organe officiel mensuel constitue un volume de 250 pages techniques.

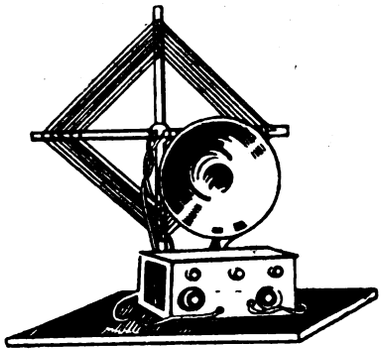
Une revue privée comme « Radio amateur » tire à 90.000 exemplaires et donne à la fin de chaque numéro un résumé en Espéranto des matières traitées. La Société « Les Amis russes de la radiotéléphonie » compte 1.000.000 de membres. Dans plus de 400 villes ou villages des environs de Moscou et Leningrad, les bibliothèques communistes possèdent des stations réceptrices avec haut-parleurs puissants. Les taxes dues par les possesseurs d'une station réceptrice sont de 50 kopecks (militaires de l'Armée Rouge, invalides de guerre et du travail, étudiants, etc.) de un rouble pour appareils à galène et de deux pour ceux à lampes (fonctionnaires, officiers, etc.) et de 3 et 5 roubles (commerçants, employés etc.) pour les mêmes circuits. Les établissements publics restaurants etc. acquittent des impôts variant entre 3 et 300 roubles.

Lénine, le premier, encouragea le « journal parlé » particulièrement estimé d'un pays comptant 75 % d'illetrés et 80 % de paysans isolés dans la campagne, privés de tous moyens de communication.

Le plan établi par le gouvernement soviétique et le professeur Bontch Bronsewitch, chef de la station d'essais de Nijnii Novgorod, consiste en l'établissement de trois puissantes stations de 1.000 K. W. antenne situées dans la plaine de Moscou, en Sibérie et dans le Caucase, ce qui permettrait une réception sur galène dans une circonférence de 42.000 km. de longueur.

Le circuit « R. S. 21 » Un circuit moderne et popularisé : quatre lampes, dont une haute fréquence à grille écran, une détectrice à réaction magnétique et deux basse fréquence à transformateurs. Blindage total du circuit grille de la haute fréquence, condensateurs antenne et secondaire du transformateur haute fréquence à tambours avec « Dial » lumineux. Accessoires Pilot.

Réalisation impeccable et présentation parfaite.



Digitized by Google

LES BREVETS

par Ch. FABER, *Ingénieur Radio E. C. P.*

QUELQUES BREVETS FRANÇAIS

Nous publions ci-dessous les caractéristiques essentielles des principaux brevets français et étrangers. Pour pouvoir en donner le plus grand nombre, nous sommes obligés d'en condenser la description et les dessins. Aux lecteurs qui désireraient des renseignements complets, nous pouvons fournir la copie entière des brevets qui les intéresseraient plus particulièrement.
S'adresser au Service des Brevets de " Radioélectricité et Q. S. T. Réunis " qui fournit gratuitement tous renseignements sur les questions de brevets, marques ou modèles.

N° 668.613. M. KÖSTNER. — PROCÉDÉ POUR AUGMENTER LA CAPACITÉ D'ENREGISTREMENT DES DISQUES ET DES ROULEAUX DE PHONOGRAPHES ET PRODUITS OBTENUS A L'AIDE DE CE PROCÉDÉ.

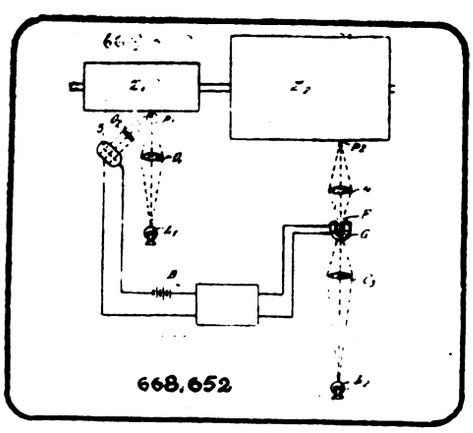
La présente invention a pour objet un procédé pour réaliser l'inscription de sons sur un support tel qu'un disque, un rouleau, une bande ou des dispositifs analogues, en vue d'obtenir une reproduction qui s'effectue avec une vitesse inférieure à la vitesse d'enregistrement, ce procédé étant caractérisé par les points suivants :

1° L'enregistrement a lieu à l'aide d'une source sonore dont le rythme et la hauteur de ton sont plus élevés que ceux de la reproduction.

2° L'enregistrement a lieu avec utilisation de l'un des modes d'inscription intermédiaire déjà connus dans d'autres procédés, et de telle manière que la vitesse de la forme intermédiaire soit plus grande que la vitesse d'enregistrement sur ladite forme lorsqu'a lieu l'inscription sur le phonogramme final.

N° 668.652. Société LORENZ AKT. GESELL. — DISPOSITIF POUR TRAMER LES IMAGES.

La présente invention a pour objet un dispositif pour tramer les images, remarquable notamment par les caractéristiques suivantes prises isolément ou en combinaison :



1° L'original est exploré, sur un cylindre rotatif accouplé au cylindre de l'image tramée, au moyen d'un rayon lumineux agissant sur un élément électrique sensible à la lumière, et les variations de courant produites par cet élément sont amenées à travers un amplificateur approprié à un dispositif de contrôle de lumière afin de dessiner des lignes de largeurs variables ;

2° Le rayon lumineux traçant le dessin de la trame est contrôlé soit par un galvanomètre, dont le fil est perpendiculaire à l'axe du cylindre de l'image tramée, soit par un oscillographe.

3° On emploie, pour l'image originale, des cylindres interchangeables de diamètres différents,

4° Les rayons lumineux employés pour l'exploration et le traçage passent à travers des diaphragmes intercalés pour produire les tons.

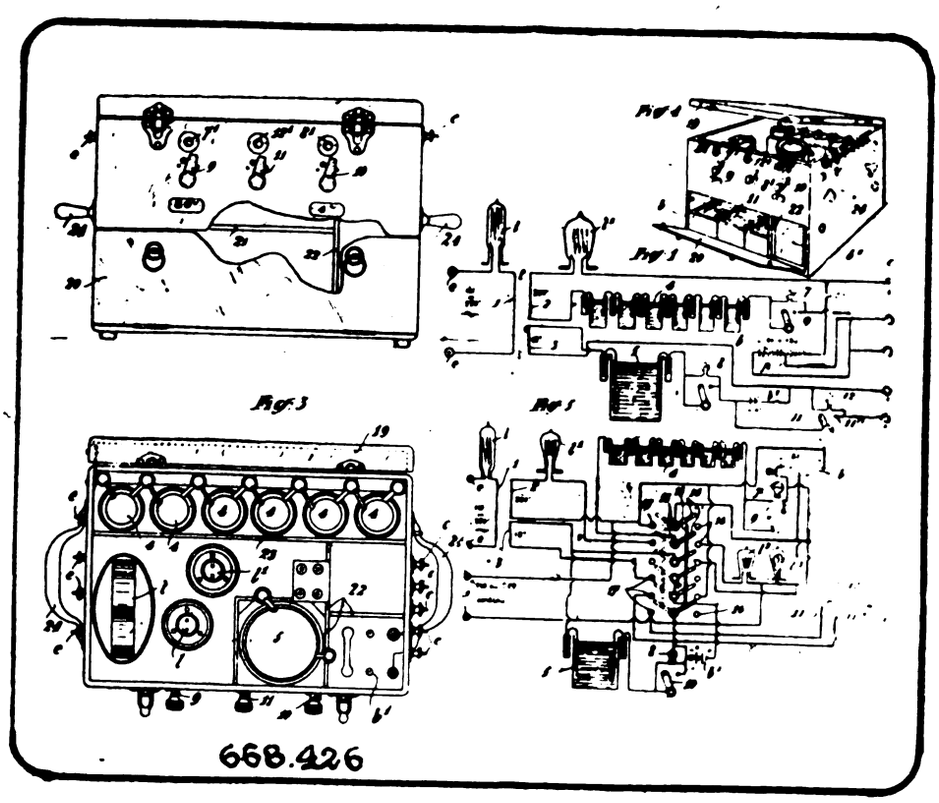
5° On intercale un amplificateur entre l'élément sensible à la lumière et l'instrument contrôlant la lumière.

N° 668.426. M. R. TOUSSAINT. — BLOC D'ALIMENTATION TOTALE POUR T. S. F.

Bloc d'alimentation totale mixte par accumulateurs et courant des réseaux d'éclairage pour les appareils de T. S. F. comportant les particularités suivantes prises séparément ou en combinaison :

1° Pour l'alimentation sur secteur alternatif : *a*) Un transformateur dans le primaire duquel est intercalée une lampe régulatrice ou une résistance de tout modèle convenable et possédant deux secondaires dont l'un est calculé pour la recharge après redressement de la batterie de tension plaque et l'autre pour la recharge de la batterie de chauffage.

b) Deux redresseurs reliés respectivement aux secondaires spécifiés sous *a* et contenant des éléments en nombre suffisant et de capacité convenable pour assurer la recharge desdites batteries, ces redresseurs pouvant être constitués par exemple par des soupapes au tantale montées sous contact huile, comme décrit dans



Digitized by Google

le brevet français 642.888 du 22 octobre 1927, au nom du demandeur.

c) Une prise disposée dans le secondaire de tension plaque du transformateur ou une lampe régulatrice intercalée en série avec ce secondaire permettant de charger la batterie de tension plaque à une tension variable allant de 80 à 160 volts, par exemple.

2° Pour l'alimentation sur secteur continu, outre les éléments spécifiés en 1°, mais le transformateur n'intervenant plus :

a). Deux bornes ou fiches reliées au secteur continu.

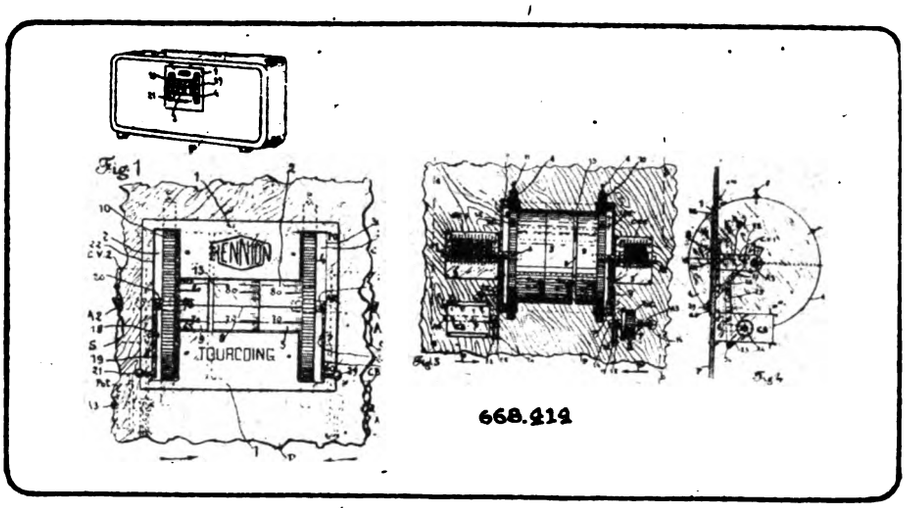
b) Deux circuits en parallèles sur lesdites bornes correspondant respectivement aux batteries tension plaque et chauffage et comportant les redresseurs de courant alternatif propres à ces batteries, ainsi que des lampes calibrées ou résistances réduisant la tension du secteur à la tension convenable pour la charge suivant la batterie considérée.

c) Un commutateur permettant de passer de l'alimentation en continu à l'alimentation en alternatif.

3° Pour le contrôle du fonctionnement :

a) Des lampes de contrôle de la charge disposées en série dans chacun des circuits de charge des batteries tension plaques ou chauffage et associées avec des commutateurs permettant de les court-circuiter, lesdites lampes étant calibrées de telle sorte qu'elles ne puissent rougir que si le débit est réellement celui pour lequel a été construite l'installation ; celle sur haute tension s'éteignant automatiquement en fin de charge par équilibrage des tensions.

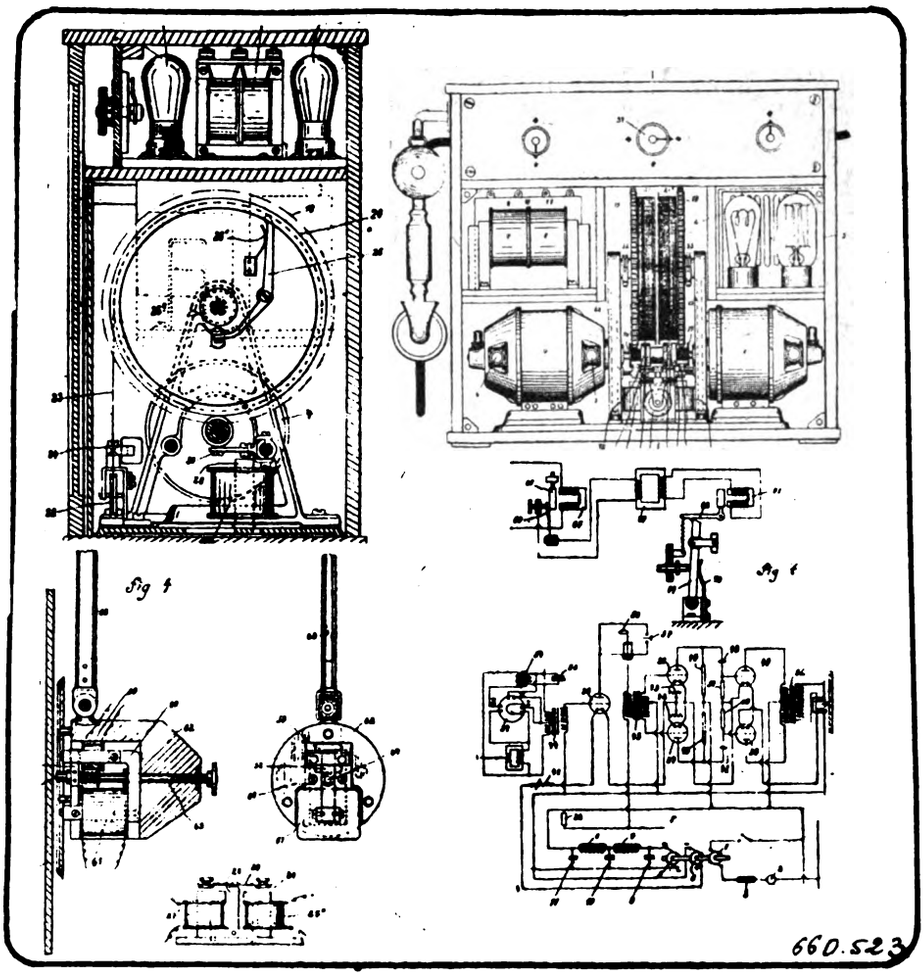
b) Une lampe de contrôle de décharge analogue à celle spécifiée sous *a*. disposée en parallèle dans le circuit de décharge de la batterie de chauffage et associée avec un commutateur placé en amont de la dérivation de ladite lampe, cette lampe étant également calculée pour rougir seulement et non briller lorsque le courant débité par la batterie de chauffage dans le poste récepteur possède la tension convenable et formant contrôleur à la manière d'un voltmètre, puisque s'éteignant ou presque vers la fin de la décharge utile.



Nº 668.414. — M. E. HENNION. — PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX POSTES DE T. S. F ET PARTICULIÈREMENT AUX COMMANDES DE LEURS ORGANES.

La présente invention a pour objet des perfectionnements apportés aux postes de T. S. F. et particulièrement aux commandes de leurs organes ; dans le cas, par exemple, d'un poste ayant à commander deux condensateurs variables, un potentiomètre, un interrupteur (de chauffage des filaments des lampes), et un inverseur, chaque condensateur variable a son axe muni d'un disque de commande solidaire d'un tambour ; les axes des deux condensateurs sont sur une même ligne droite, de façon que les disques soient parallèles et les tambours côte à côte ; les deux condensateurs sont fixés sur un panneau du poste, et une partie des disques dépassée hors de ce panneau par une découpure garnie d'une plaque métallique ; pour commander les condensateurs, il suffit donc de manœuvrer les disques depuis l'extérieur du poste ; le pourtour des tambours défile derrière la découpure du panneau, garnie d'une plaque transparente et portant un index ; les repères s'inscrivent sur le pourtour de ces tambours, le potentiomètre est commandé à distance par un levier presque invisible de l'extérieur du poste, ce levier étant relié par bielle à une manivelle calée sur l'axe du potentiomètre ; l'extrémité de manœuvre du levier passe par la découpure du panneau entre un disque de condensateur et un bord de cette découpure ; un combinateur remplace l'interrupteur et l'inverseur et, par ces trois positions différentes, provoque soit l'interruption du chauffage, soit le chauffage avec mise en circuits de certains organes, soit le chauffage avec mise en circuits d'organes différents ; ce combinateur est commandé à distance, comme le potentiomètre, par un levier qui passe entre l'autre disque et l'autre bord de la découpure, ledit levier étant relié à l'axe du combinateur par bielle et manivelle.

Ces perfectionnements ont pour but de réduire au minimum les organes devant être touchés de l'extérieur du poste de T. S. F. pour son réglage, comme de rapprocher le plus possible ces organes, et réduire leur encombrement.



Digitized by Google

N° 660.523. M. O. BOTHE. — APPAREIL DE PUBLICITÉ ACOUSTIQUE.

Cet appareil est destiné à la répétition automatique d'avis, réclames, indications, etc.. en particulier pour publicité d'étalage et permet de modifier à n'importe quel moment le texte à reproduire sans charger le support de phonogramme.

L'appareil est combiné avec un dispositif haut-parleur utilisant la glace de la vitrine elle-même comme membrane.

Des dispositifs commutateurs permettent de relier le microphone ou appareil analogue soit au dispositif enregistreur, soit directement au dispositif reproducteur.

La répétition des textes enregistrés est commandée par un dispositif actionné par le support de phonogramme lui-même.

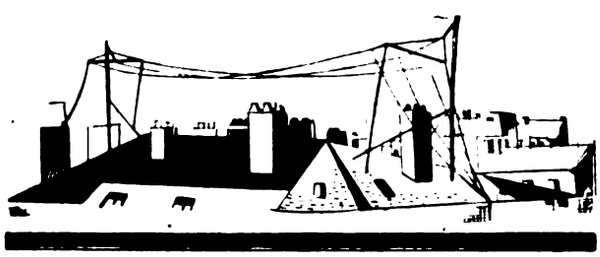
Le dispositif de commande, comportant pour chacun des tambours recevant le support de phonogramme un levier contacteur, un électro-aimant double et un embrayage à griffes double.

Le moteur entraînant le dispositif enregistreur-répétiteur entraine simultanément une génératrice de courant continu alimentant les lampes triodes de l'amplificateur.

L'enroulement d'excitation de la génératrice est monté en dérivation sur le circuit de chauffage des lampes, circuit dont la charge est constante.

Un potentiomètre de grande résistance monté en parallèle avec le circuit de chauffage destiné à alimenter en tension les grilles des lampes amplificatrices

Un dispositif électrique, commandé par le phonogramme lui-même, est destiné à arrêter automatiquement l'appareil reproducteur de sons après chacun des textes correspondant à une des vues publicitaires projetées.



Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 31 — Novembre 1929

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde, suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 500 à 1.500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Keston (près de Londres) de la British Broadcasting Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P. T. T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

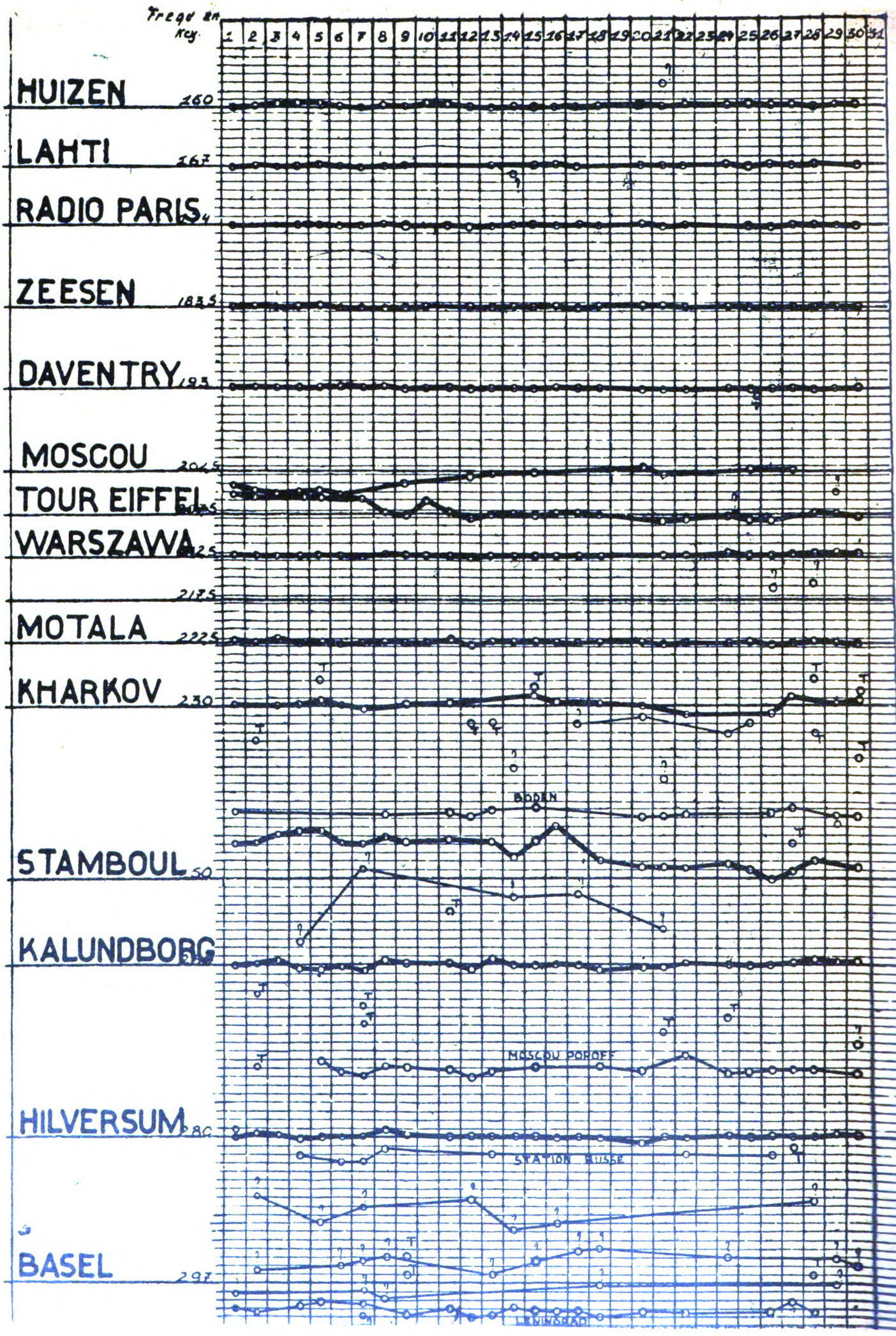
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 décembre 1929.

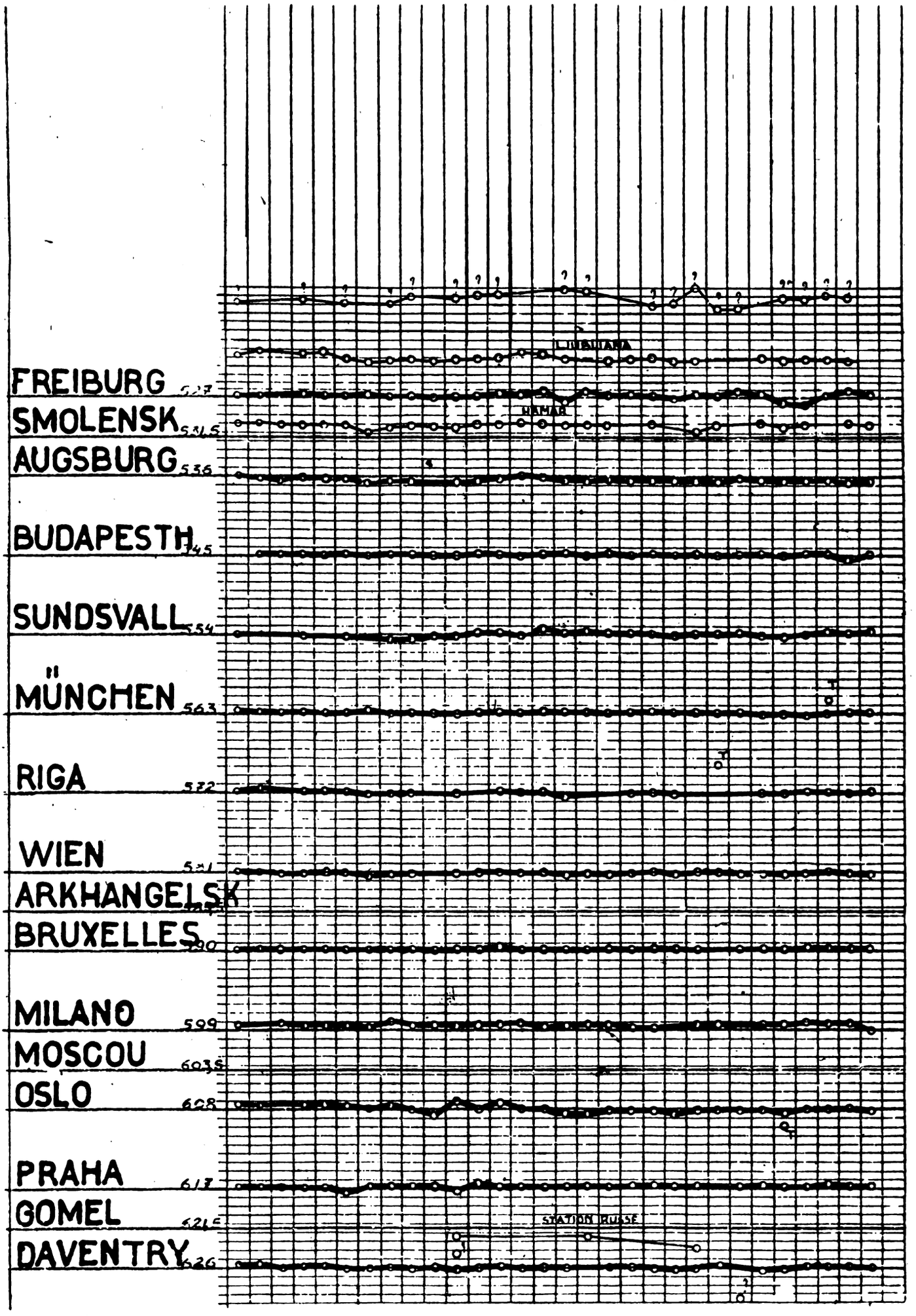
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

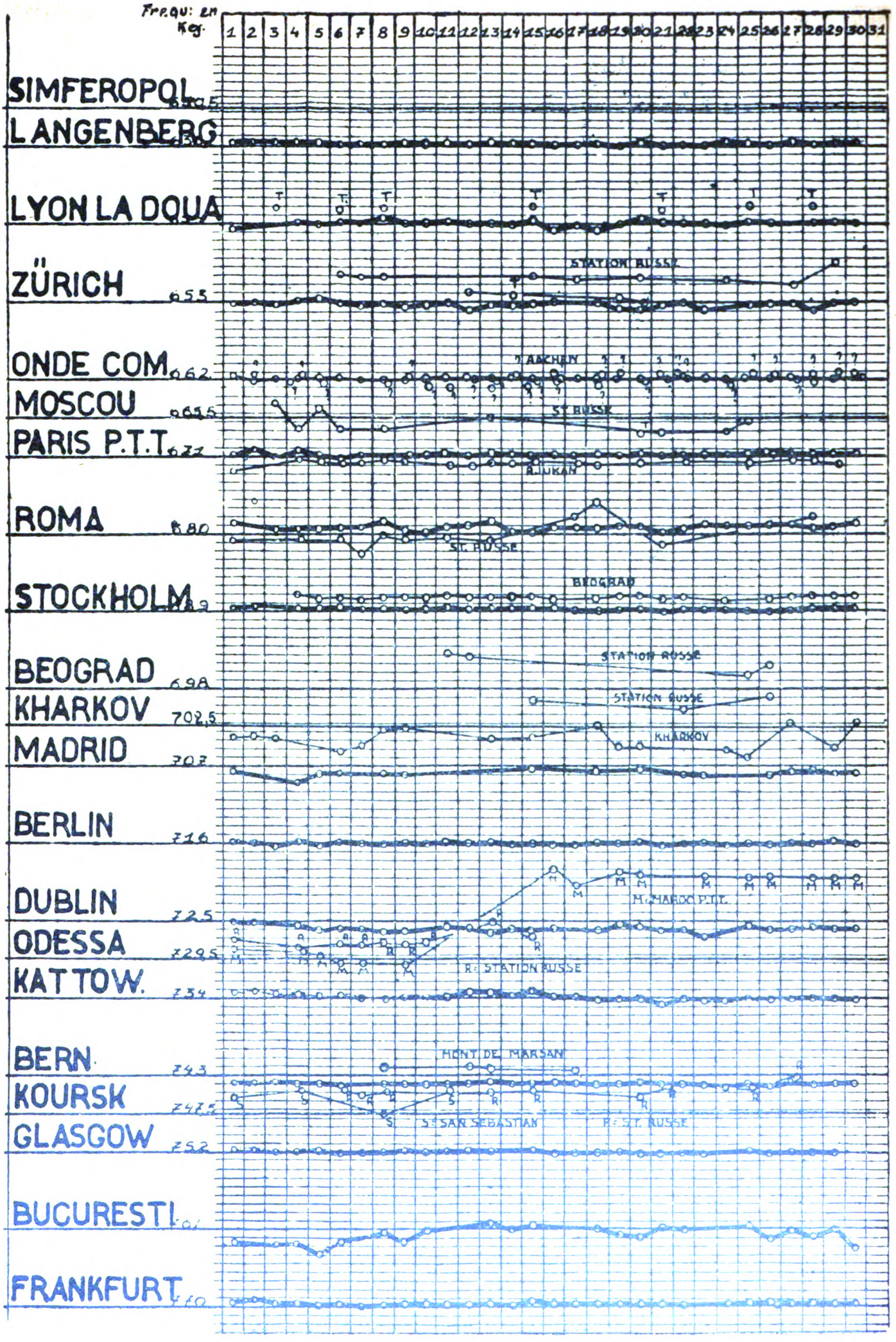
Digitized by Google



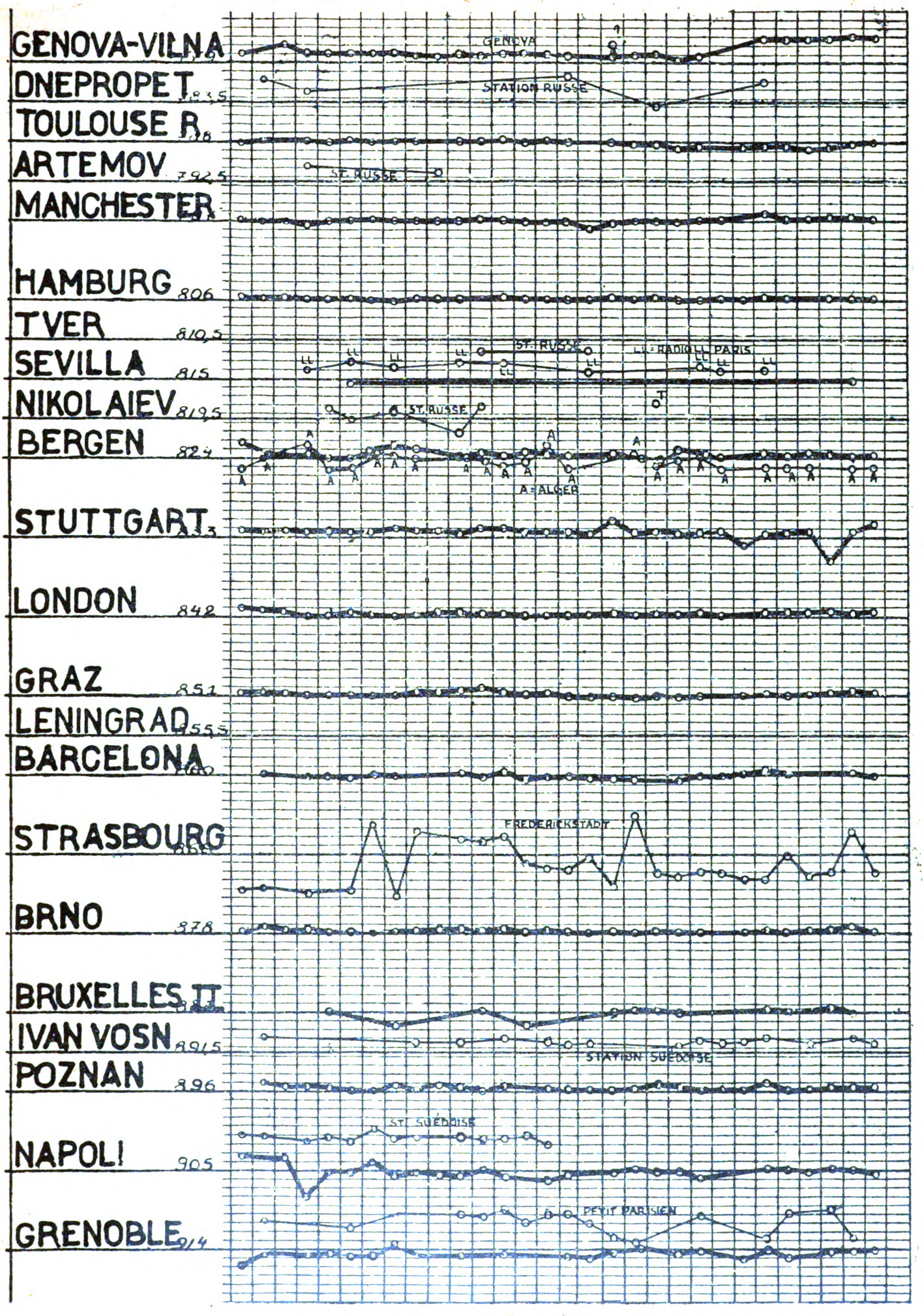
Digitized by Google



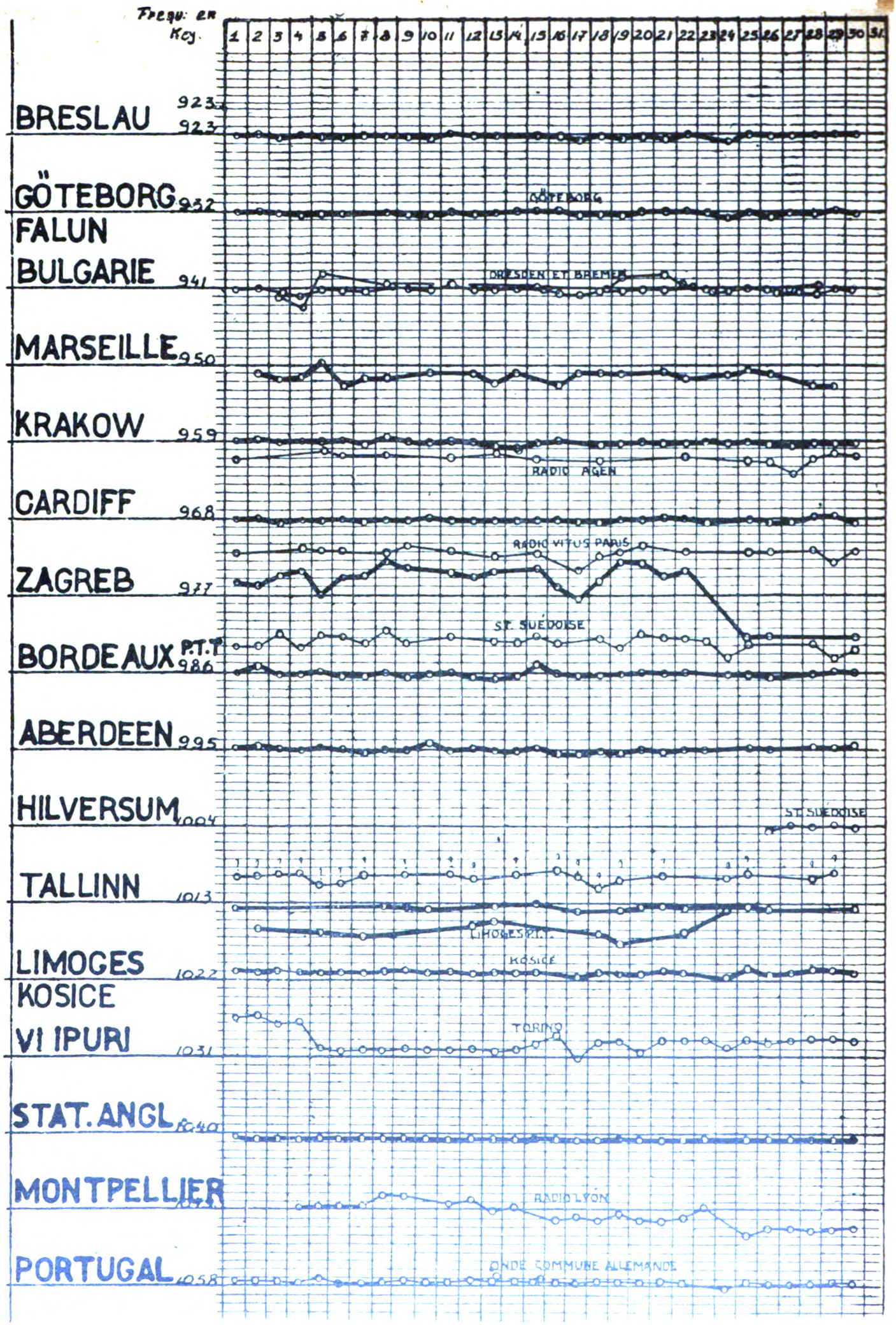
Digitized by Google



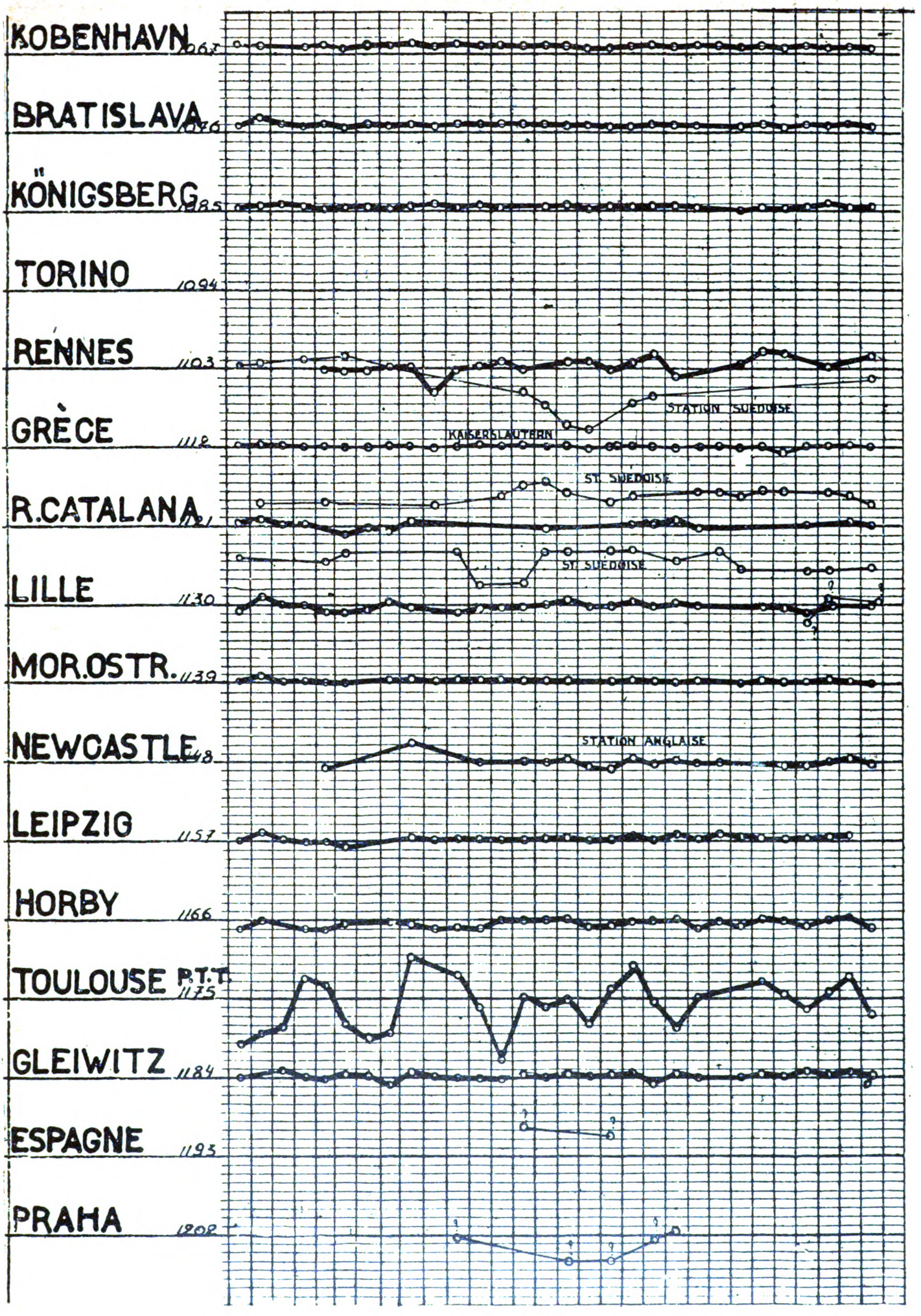
Digitized by Google



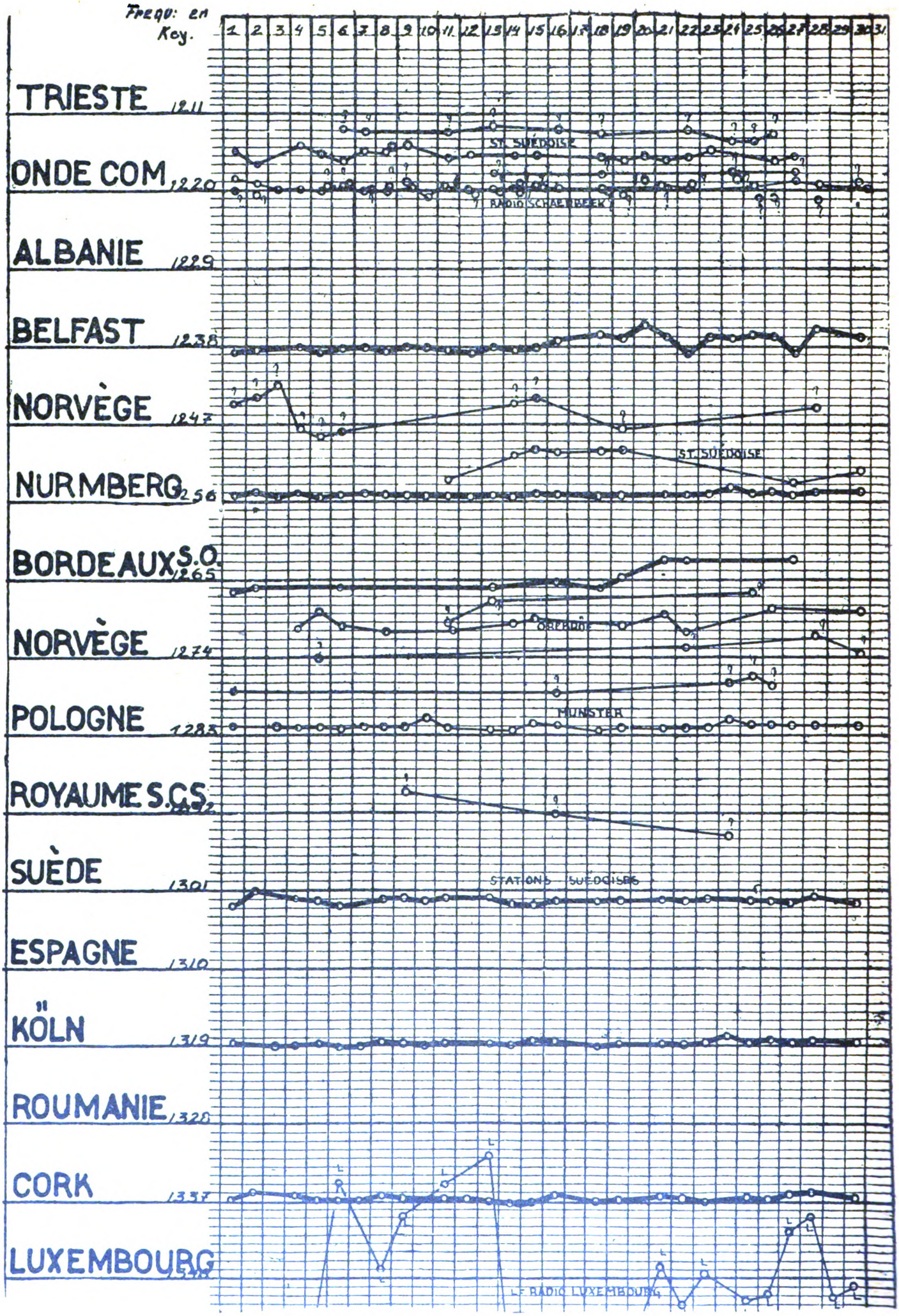
Digitized by Google



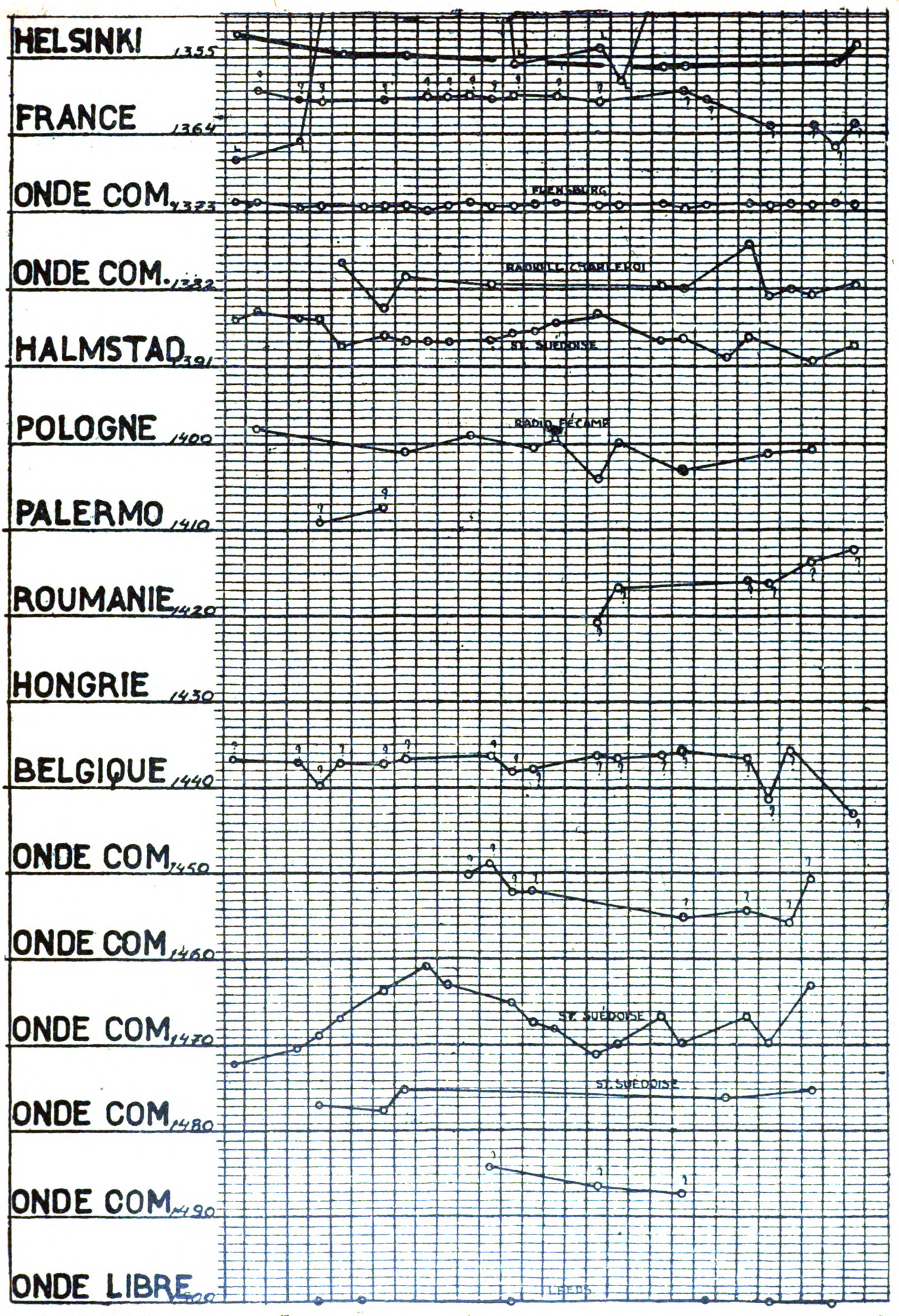
Digitized by Google



Digitized by Google



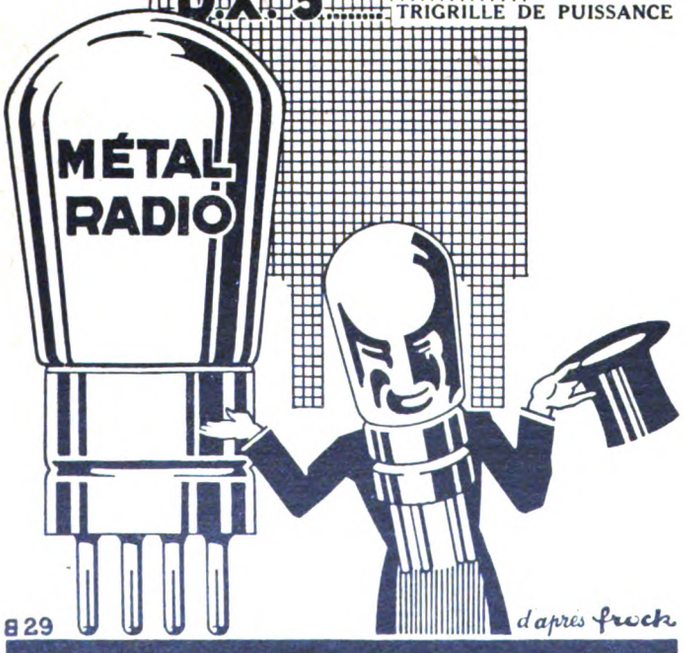
Digitized by Google



Digitized by Google

METAL

D.Z.813 AMPLIFICATRICE
D.Z.1508 ..... DÉTECTRICE
D.Z.2222 AMPLIe A RÉSISTANCE
D.X.502 AMPLIe DE PUISSANCE
D.W.702 AMPLIe FORTE PUISSANCE
D.Z.1 ..... BIGRILLE
D.Z.2 ..... LAMPE A GRILLE DE PROTECTION
D.X.3 ..... TRIGRILLE DE PUISSANCE

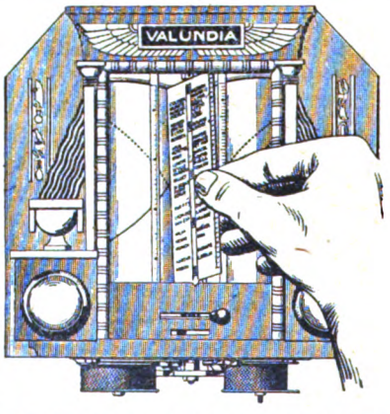


829 d'après Frock

109, rue du Quatre-Août
LYON-VILLEURBANNE (Rhône)

FILS - CABLES
CORDONS POUR T. S. F.

LE REPÉRAGE NOMINAL
VALUNDIA
EST LE PIANOLA DE LA T.S.F.



QUELLE QUE SOIT LA MARQUE DE VOTRE POSTE
EXIGEZ QU'IL SOIT ÉQUIPÉ EN
VALUNDIA
et vous ferez de délicieuses promenades dans la
VALLÉE DES ONDES
BREVETS ET PROCÉDÉS " VALUNDIA "
UNION BANCAIRE DU NORD : 57, BOULEVARD HAUSSMANN

En écrivant aux Annonceurs, citez Radioélectricité et Q S T Français

GEORGES LANG, Imprimeur
11 bis, Rue Curial - PARIS 1925

Publications et Éditions françaises
— de T. S. F. et Radiovision —
63, rue Réaumur, PARIS
Le Gérant : Oscar GEAY —

Digitized by Google

11e Année — N° 71 — FÉVRIER 1930

RADIOELECTRICITE ET =QST= FRANÇAIS

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS :
France et Colonies.. .. .. 70 fr. par an
Étranger.. .. .. 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITÉ :
53, rue Réaumur, PARIS (2e)

TÉLÉPHONE :
Richelieu 88-27
Louvre 03-72

A titre de prime et seulement jusqu'au 28 Février prochain, les abonnements reçus jusqu'à cette date bénéficieront du tarif exceptionnel ci-dessous :

France : 60 fr. par an. — Étranger : 70 fr. par an

Sommaire :

	Pages
Critique de quelques théories modernes (Général CARTIER)...	3
Le Prix Nobel et le professeur O.-W. Richardson (Léon de LA FORGE)	6
Le rendement d'un oscillateur à lampes en fonction de la forme de la tension d'excitation et de son amplitude (P. OLINET)..	9
Étude élémentaire du fonctionnement des différents montages changeurs de fréquence (Y. DOUCET)	23
Appareils, méthodes et formules de mesures *(suite)*. (Jean VIVIÉ, *ingénieur civil des Mines)*	27
L'émission secondaire dans les lampes T. S. F. (Alexandre KIRILOFF, *ingénieur radio E. S. E.)*	33
Sur la réalisation des émetteurs (André PLANÈS-PY).....	40
Les amplificateurs de puissance, leur étude et leur alimentation totale sur le secteur alternatif (R. ALINDRET)	43
Les redresseurs secs (Jean BARRÉ, *ancien élève de l'Ecole Polytechnique)*	46
Le 3 L. M. 71 (R. LEPESQUEUR).....	57

Reproduction interdite pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision.

Digitized by Google

la lampe Gecovalve

vous présente son "trio"

PRIX

S 410... 90. »
L 410... 37.50
PT 425... 90. »

la **PT 425**
la trigrille de puissance idéale

la **L 410**
la meilleure des détectrices

la **S 410**
la lampe à écran parfaite

La "*GECOVALVE*"

GENERAL ELECTRIC DE FRANCE LTD
10, rue Rodier · Paris - 9e - Téléphone : Trudaine 08-06

AGENCES : Lyon, Marseille, Toulouse Bordeaux, Rennes, Rouen, Lille Nancy, Metz, Alger.

Roger Bachelet

Digitized by Google

Critique de quelques théories modernes

M. *Marcel Bolle* dont j'apprécie hautement l'érudition et le talent d'exposition, vient de publier (1929) un ouvrage intitulé « Matière, Électricité, Radiations » avec ce sous-titre qui n'a pas manqué d'exciter la curiosité de beaucoup de lecteurs : « Ce qu'il faut connaître pour suivre les progrès de la physique actuelle ».

Je viens de lire ce livre avec beaucoup d'attention. J'y ai trouvé beaucoup de faits devant lesquels je m'incline, mais aussi certaines théories ingénieuses, trop obscures ou audacieuses, qui m'ont laissé sceptique. Evidemment, on ne saurait trouver une meilleure documentation en ce qui concerne les découvertes les plus récentes des physiciens de tous les pays. Mais je doute qu'on accepte, sans les plus expresses réserves, toutes les explications qu'en ont données leurs auteurs ou *M. Bolle* lui-même.

Je vais d'ailleurs analyser brièvement les principaux chapitres de l'ouvrage précité et signaler au fur et à mesure ce qui me semble discutable ou inadmissible, au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

Tout d'abord, je relèverai (ch. VII) cette affirmation que les noyaux des atomes sont *chargés d'électricité positive* et les électrons planétaires *chargés d'électricité négative.*

Je pensais qu'on avait renoncé à cette vieille hypothèse de deux espèces d'électricité qui n'avait d'autre mérite que d'être commode, mais dont la commodité ne saurait constituer une justification. Que faut-il entendre par *charge électrique* et qu'est-ce qui différencie *matériellement* une *charge positive* d'une *charge négative*? *M. Bolle* n'insiste pas là-dessus et pour cause et je serais très heureux, s'il lit cet article, qu'il veuille bien donner quelques éclaircissements à cet égard.

De même, il dit que les électrons planétaires sont groupés par couches qui ont souvent huit électrons, ce qui n'est nullement établi. Il ajoute : « Comme le cube possède huit sommets, il est *hautement probable* que les huit électrons d'une même couche occupent les huit sommets d'un cube ». La raison me paraît tout à fait insuffisante et je préfère les représentations planes, que *M. Bolle* déclare « trop schématiques tout en les reconnaissant *plus faciles et plus compréhensibles* ». Pourquoi alors demande-t-il qu'on ne leur attache pas *trop d'importance ?* Les planètes du système solaire ne circulent-elles pas dans les plans voisins?

Plus loin, au sujet des électrons projetés par les corps radioactifs avec des vitesses très grandes et dont certaines ne sont inférieures que de 1 % à celle de la lumière, il écrit : « Fait digne de remarque : pour la seule raison qu'il possède cette énorme vitesse, l'électron *pèse* sept fois plus lourd qu'au repos ». Cette phrase déconcerte évidemment le lecteur ordinaire. *M. Bolle* devine cet étonnement car il ajoute : « Jamais, avec les vitesses infimes que nous réalisons d'ordinaire, on n'aurait pu imaginer que la masse d'un corps en mouvement fût supérieure à celle du même corps immobile ». Pour convaincre les sceptiques, *M. Bolle* invoque l'expérience et *Einstein* : « L'expérience, assure-t-il, est néanmoins indubitable et en parfaite conformité avec la théorie de la relativité ». N'en déplaise à *M. Bolle*, la relativité n'a rien à voir en cette affaire. La masse *absolue* d'un corps quelconque et d'un électron en particulier, au repos ou *dans le vide absolu*, serait toujours la même : psur lui donner une même accélération, il faudrait lui appliquer la même force, qu'il soit au repos ou en mouvement, et sa masse dans le vide, qui est le rapport de la force à l'accélération, est constante. Il n'en est pas de même de la masse *apparente*, c'est-à-dire de la masse mesurée dans un milieu fluide quelconque : ainsi, dans l'éther, pour imprimer à un électron de masse absolue m et de section s une accélération $\frac{du}{dt}$, il faut non seulement vaincre l'inertie $m\frac{du}{dt}$, mais aussi la résistance de l'éther qui est égale à $\delta . s . u^2 f\left(\frac{d}{U}\right)$, δ étant la densité absolue de l'éther, u la vitesse de l'électron U la vitesse de la lumière. La masse apparente est égale à $m + \frac{\delta . s . u^2 f}{\left(\frac{du}{dt}\right)}\left(\frac{u}{U}\right)$; c'est cette masse apparente qui dépend de u et c'est à elle que l'on peut appliquer les remarques de *M. Bolle.* Comme je le dis plus haut, il n'est nullement indispensable, pour expliquer ce phénomène, d'avoir recours à une théorie vivement controversée, et le phénomène qui nous occupe est tout naturel et nullement difficile à comprendre.

Dans le chapitre X, *M. Bolle* explique comment un courant agit sur les électrons d'un conducteur voisin et il ne craint pas d'ajouter : « L'expérience réussirait tout aussi bien *dans le vide* ». Est-il nécessaire de souligner l'imprudence d'une telle affirmation ? Dans le vide, il ne peut se produire aucun phénomène d'induction, et toute action à distance implique l'existence d'un fluide interposé. Le vide auquel fait allusion *M. Bolle*, n'est évidemment pas le vide absolu : pourquoi ne pas le dire?

Plus loin, je relève cette phrase : « Les oscillations d'électrons sont accompagnées par *un rayonnement particulier* ». Qu'est-ce qui peut bien justifier ce qualificatif imprécis? Un rayonnement est une diffusion d'énergie, et de l'énergie est de la matière en mouvement : les oscillations d'électrons ébranlent le fluide ambiant qui est de l'éther et c'est dans cet éther et par lui que se produit le rayonnement particulier qui correspond aux oscillations d'électrons. Remarquons que ce rayonnement n'implique pas une émission matérielle ; les diverses radiations (sonores, calorifiques, lumineuses...) sont le résultat d'ébranlements périodiques de l'éther correspondant aux oscillations des électrons de part et d'autre de leur position moyenne. C'est donc par erreur que l'on classe ce qu'on appelle les rayons α et β dans ces radiations : en particulier, les rayons β sont en effet des électrons projetés dans l'éther par les atomes radioactifs ; l'ébranlement de l'éther, qu'ils refoulent violemment et continûment tout le long de leurs trajectoires, ne ressemble en rien à l'ébranlement alternatif correspondant aux oscillations des électrons. Il y a là une distinction évidente qui me semble nécessaire et que je n'ai encore trouvée que dans un seul ouvrage.

N'oublions pas qu'il s'agit de mouvements de translation d'électrons. Il est probable qu'un électron n'est pas un élément *simple et un*, mais plutôt un groupement d'éléments plus petits qui ont échappé jusqu'à présent à nos investigations. S'il en est ainsi, chaque électron est le siège d'une agitation cinétique comportant une énergie cinétique interne et une pression cinétique par unité de surface, correspondant respectivement à la couleur, à la chaleur et à la température *de l'électron.* Les éléments constitutifs de l'électron oscillent, eux aussi, dans

Digitized by Google

l'électron, de part et d'autre d'une position moyenne, et il est naturel de supposer que ces oscillations internes sont beaucoup plus fréquentes que celles des électrons eux-mêmes. De même, le noyau central de l'atome, ou *proton*, est vraisemblablement un groupement complexe qui présente, comme l'électron, une agitation cinétique ayant les mêmes caractères généraux que celle de l'électron. Ces agitations internes, du proton et de l'électron, ébranlent l'éther ambiant et produisent des radiations. Est-ce à elles que s'applique cette phrase que je n'ai pas autrement comprise : « D'après les théories les plus récentes, il existe, dans l'ensemble des rayonnements, une fréquence pratiquement indépassable qu'on doit attribuer au proton, alors qu'à l'électron correspond une fréquence deux mille fois plus faible, du même ordre de grandeur que celle des rayons gamma ». Un peu de lumière serait utile à ce sujet.

Je continue à citer *M. Bolle* :

« 1° Le rayonnement n'est pas de la matière ;

« 2° Le rayonnement franchit le vide sans modification ;

« 3° Tous les rayonnements parcourent le vide avec la même vitesse qui est de 300.000 kilomètres par seconde ;

« 4° Cette vitesse n'est pas modifiée par un mouvement aussi rapide qu'on veut, de la source d'émission, alors que le son produit par un instrument dépend de sa vitesse par rapport à l'oreille qui le perçoit ;

« 5° Toutes les fois qu'un rayonnement quelconque rencontre de la matière (c'est-à-dire, un ensemble d'atomes) qui l'absorbe complètement, l'agitation des atomes se trouve accrue: on en déduit que l'énergie du rayonnement a été cédée aux atomes et par suite qu'une modalité quelconque de rayonnement transporte de l'énergie à distance. »

Quel dommage que *M. Bolle* se soit contenté de ce terme vague de rayonnement qui ne veut rien dire par lui-même et n'ait pas précisé qu'il s'agissait de l'énergie électronique diffusée dans l'éther et propagée par ce fluide? Tout serait alors devenu clair et accessible à notre sens commun :

a) Le rayonnement en question n'est pas une diffusion de matière, comme je l'ai expliqué plus haut, mais une diffusion d'énergie dans l'éther ambiant.

b) Il n'y aurait pas de diffusion d'énergie dans le vide, s'il existait un tel milieu, mais une diffusion d'éléments matériels qui se déplaceraient en ligne droite et avec une vitesse constante.

c) *L'éther pur* propage tous les ébranlements qui lui sont imprimés avec la même vitesse qui est égale aux 3/4 de sa vitesse moléculaire moyenne ; dans l'éther non pur qui est celui de notre atmosphère, la vitesse de propagation, comme la vitesse moléculaire moyenne, dépend de la fréquence des ébranlements, de la constitution et de l'état du milieu.

d) La vitesse de propagation ne dépendant que de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther, est évidemment indépendante des mouvements que peut avoir la source d'ébranlements ; il en est de même de la vitesse du son dans l'air : par contre, la note perçue par une oreille, note qui est fonction du nombre d'ébranlements qui la frappent par seconde, dépend naturellement de la vitesse du centre sonore par rapport à elle ; de même la couleur d'un objet dépend de sa vitesse par rapport à l'œil.

e) S'il y a des éléments matériels dans l'éther ébranlé, les chocs des molécules d'éther tendent à leur communiquer le même mouvement oscillatoire qu'elles reçoivent de la source d'émission : on sait que l'éther ébranle les électrons, et les phénomènes électriques d'induction sont le résultat de l'action réciproque des électrons et des molécules d'éther.

Il n'y a donc rien de mystérieux dans tout cela et la radiophonie n'est qu'une application bien connue de cette propagation par l'éther des ébranlements plus ou moins rapides et intenses qu'il reçoit des électrons libres de l'antenne du poste émetteur.

La constitution moléculaire de l'éther ne me paraît pas plus discutable que celle de tous les autres fluides : c'est d'ailleurs ce qu'exprime le chapitre XI:

« Les effets photoélectrique supposent que le rayonnement (encore ce terme vague !) est divisé en grains qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de photons ». Le *photon* ne serait-il autre que la molécule d'éther? *Wilson* a lui aussi reconnu que le rayonnement (encore) ne pouvait avoir une structure continue.

Enfin, *A. H. Compton* (1921) a constaté que lorsqu'un photon heurtait un électron, celui-ci était projeté dans une direction qui n'était pas celle du choc et que le photon lui-même était dévié : cet effet ne prouve-t-il pas que photon et électron sont des mobiles animés de mouvements de rotation rapides? Remarquons que le même effet se produirait, sans faire intervenir ces mouvements de rotation, si le proton et l'électron étaient sphériques et ne se heurtaient pas suivant la ligne de leurs centres.

Les curieuses expériences de *C. Davisson* et *L. H. Germer* (1927) qui ont constaté longtemps après *J. Fraunhofer* (1820?) que la lumière, tombant sur un faisceau de fils fins et parallèles, était déviée dans diverses directions avec des intensités variables, sont bien une confirmation de la structure moléculaire de l'éther.

Mais voici qui devient plus difficile à comprendre : « Le rayonnement, comme la matière, est électriquement neutre ; mais, tandis que la matière est neutre par compensation, le rayonnement est neutre par nature ».

M. Bolle ayant négligé d'expliquer ce qu'il entendait par électricité et électrisation, il m'est impossible de savoir ce qu'il a voulu dire. Croit-il donc vraiment à deux espèces d'électricité? On serait tenté de le supposer puisqu'il écrit, après beaucoup d'autres, il est vrai, que « le proton et l'électron sont électrisés, le premier positivement, le second négativement ». J'avoue ne pas pouvoir le suivre dans cette voie ; il me semble absurde, comme à *Newton*, de dire : « deux électrons se repoussent, deux protons se repoussent, un électron et un proton s'attirent ». C'est de la métaphysique pure ! *Francis Bacon* a écrit, il y a 300 ans : « Physique, défie-toi de la métaphysique ». Ce sage conseil n'a rien perdu de sa valeur.

Je relève avec plaisir cette phrase : « Les photons, comme l'électron et le proton, ont une masse et un poids ». Si le photon n'est autre que la molécule d'éther, c'est la reconnaissance de la matérialité de ce fluide au sujet duquel on a écrit tant de sottises. Mais, hélas! le photon de *M. Bolle* n'est pas aussi simple que je le croyais. Plus loin, en effet, nous retombons dans les invraisemblances : « Il existe une infinité de photons qui, tous, sont *bâtis avec des fréquences* ». *M. Bolle* prévoit sans doute le scepticisme des lecteurs, car il ajoute : « Il faut avouer qu'à première vue on se représente bien mal un grain — fût-il de rayonnement — qui soit bâti avec des fréquences. » Evidemment !

On ne comprend d'ailleurs pas mieux ce qui suit : « Les dimensions des photons sont d'autant plus petites que leurs fréquences sont plus grandes. » C'est comme si l'on disait que les notes de la gamme correspondent à des molécules d'air de dimensions différentes !

Puisque le photon a une masse et une vitesse, il possède une énergie de translation. De même, l'éther a une densité absolue en chaque point de l'espace et quand il est ébranlé périodiquement, il exerce une pression par unité de surface qui, à chaque instant, est proportionnelle au produit de sa densité par le carré de sa vitesse. Cette pression de l'éther est évidemment indépendante de la fréquence des ébranlements. Elle correspond à la somme des percussions élémentaires qui frappent l'unité de surface dans l'unité de temps. Si, en un point de l'espace, l'éther est animé d'un mouvement alternatif symétrique par rapport à ce point, les pressions alternatives exercées sur un corps quelconque sont égales et opposées et le corps est sollicité à osciller également de part et d'autre de sa position moyenne. Si, au contraire, les pressions dans un sens sont plus grandes que les pressions dans le sens opposé, le corps exécute une succession de bonds de sens contraires mais inégaux dont le résul-

Digitized by Google

tat est un mouvement par à-coups dans le sens des pressions prépondérantes. Ainsi une source lumineuse produit un tel effet, comme l'a démontré expérimentalement Lebedef (1901) : c'est ce qu'on exprime incorrectement en disant qu'il y a une *pression de la lumière.*

N'oublions pas que l'énergie diffusée *par seconde,* par une source lumineuse, est proportionnelle au nombre et à la section de ses éléments en vibration, à l'amplitude moyenne de leurs mouvements, au carré de leur vitesse, à la fréquence de ses vibrations.

Cela posé, j'avoue ne rien comprendre aux phrases suivantes :

a) Chaque proton *transporte* une énergie et une impulsion.

Pourquoi *transporte*? Ne serait-il pas plus logique de dire que chaque photon *possède* une énergie et *peut produire* une percussion?

b) Energie et impulsion sont rigoureusement proportionnelles.

J'en voudrais une justification.

c) Les énergies des photons sont en raison directe de leurs fréquences.

Mais alors un photon n'est pas une molécule d'éther ! Qu'est-ce que c'est? Un certain volume d'éther? Lequel? Que vient faire la fréquence dans le calcul de l'énergie? Mystère.

d) Quand on divise l'énergie d'un photon quelconque par sa fréquence, on obtient un nombre qui est le même pour tous (constante de *Planck*).

Nous sommes maintenant dans les ténèbres, précisément à cause de l'absence d'une définition objective du photon.

e) La constante de Plank intervient pour définir le proton.

L'énergie cinétique d'un proton ne peut être que le produit de sa masse par le carré de la vitesse quadratique de ses éléments. La fréquence est un nombre. Comment le rapport de ces deux grandeurs peut-il être constant?

f) La constante de Planck précise les propriétés magnétiques de l'électron et figure dans les ondes ».

J'interromps mes critiques pour laisser la parole à *M. Bolle* : « Je ne me dissimule pas ce que ces considérations ont de prodigieusement abstrait ; le quantum d'énergie qui relie les phénomènes les plus disparates, en jetant *un pont entre la matière et le rayonnement,* ne possède aucun équivalent dans la réalité qui nous est familière.» Qu'est-ce qu'un pont entre la matière et le rayonnement?

M. Bolle pense que, lorsqu'on parle *d'ondes,* on affirme par ce mot un transport d'énergie. Il évite, dit-il, d'employer ce mot et il a raison : ce mot manque de précision. Quand un fluide est ébranlé, il se forme autour du centre d'ébranlements ce qu'on appelle un *champ* et ce champ est défini à chaque instant et en chaque point par sa *direction* et son *intensité,* c'est-à-dire par sa pression par unité de surface. Un tel champ comporte des *surfaces de niveau,* d'égale intensité et des *lignes de force,* résultantes en chaque point et à chaque instant, des pressions du fluide ébranlé. L'éther ébranlé périodiquement ne diffère pas d'un fluide quelconque et à chaque instant, son état est complètement défini par les surfaces de niveau et les lignes de force susvisées. Lebedef, comme je le dis plus haut, a montré que, dans un milieu ébranlé par une source lumineuse, il y avait, en chaque point, une poussée correspondant à la diffusion d'énergie de la source. Le rayonnement lumineux comporte donc une diffusion d'énergie ou encore une propagation d'énergie. Cela est indéniable.

Que signifie alors cette phrase sybilline : « Les ondes ne transportent pas d'énergie? » Quel est donc leur rôle, quand il y a diffusion d'énergie comme dans le cas visé plus haut? Voici la réponse de *M. Bolle* : «A tout photon (?) est associée une onde (?). Le photon transporte l'énergie ». Le photon est donc de l'éther?

Mais voici qui n'éclaire pas la question : « C'est l'onde qui pilote les photons ». Comment?

Et ceci : « Les ondes se propagent avec une très grande vitesse : 225.000 kilomètres par seconde dans l'eau, 300.000 kilomètres dans le vide (?), 6.000.000 de kilomètres dans le sodium ». Moi, j'aurais écrit : « Les ébranlements de l'éther se propagent... »

J'ajouterai d'ailleurs cette précision pour *M. Bolle* : « La vitesse de propagation des ébranlements de l'éther est égale aux 3/4 de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther. Cette vitesse moléculaire, dans l'éther pur, est d'environ 400.000 kilomètres par sconde.

Quant à une vitessee de 6.000.000 de kilomètres dans le sodium, *elle ne peut s'appliquer aux ébranlements de l'éther* et on doit la considérer comme douteuse.

« *Plusieurs savants contemporains* ont recherché dans quelles conditions le rayonnement pourrait *se transformer* complètement en matière. » Nous voilà encore dans le domaine dangereux de la métaphysique !

« Ils se sont demandé comment le choc de deux photons peut engendrer un atome d'hydrogène. » Chose curieuse, un savant a donné une réponse !

Il est vrai que les savants modernes sont arrivés à résoudre les problèmes les plus difficiles :

« Un photon parti de la terre reviendrait à son point de départ au bout de dix millions de siècles ;

« La masse totale de l'Univers serait, en tonnes, l'unité suivie de 48 zéros ;

« L'énergie correspondante serait un nombre de kilogrammètres qui possède 70 zéros ;

« L'énergie du rayonnement, dans l'univers, serait égale à celle de la matière ».

Il est permis d'être sceptique en présence de ces nombres astronomiques. Pourquoi s'obstiner à employer ce mot de rayonnement qui seul ne dit rien, au lieu de l'expression *rayonnement d'énergie* qui serait plus précise?

La conclusion de *M. Bolle* ne manque pas d'une certaine hardiesse : « L'ensemble du monde extérieur est matière *et rayonnement,* donc constitué par des grains séparés (électrons, protons, photons) et *par les ondes* (sans énergie) qui pilotent ces grains. L'agitation de ces grains explique la pression, la température, la chimie' la cohésion, les transmutations, les diverses modalités du rayonnement, ainsi que *les transformations réciproques de matière et de rayonnement. Toutes ces théories sont très mathématiques* ».

Comment peut-on appliquer des raisonnements et des formules mathématiques à un rayonnement qui n'est pas matériel et à des ondes qui n'ont pas d'énergie?

Autrefois, on avait recours aux dieux pour expliquer ce qu'on ne comprenait pas, ou l'on attribuait aux corps des propriétés adaptées aux phénomènes dont on ignorait le mécanisme. La science a certainement fait de grands progrès et les savants modernes ont fait justice de beaucoup de théories erronées ou douteuses qui encombraient et obscurcissaient les ouvrages techniques ou de vulgarisation. La lecture de l'ouvrage de *M. Bolle* me fait craindre qu'on ne mêle trop souvent la physique et la métaphysique et que les formules abstraites n'aient quelquefois remplacé les divinités complaisantes des anciens.

Trois définitions principales éclaireraient l'ouvrage de *M. Bolle*: celles du rayonnement, du photon et de l'onde : sans elles, les mots n'ont aucun sens précis.

Dans une communication récente à l'Académie des Sciences, *M. Emile Picard* a résumé fort justement quelques-unes de nos critiques. « On cherche, avec *M. Louis de Broglie,* à fonder une *mécanique* dite *ondulatoire,* mais on n'a pas encore défini *ce qui ondule.*» Une formule algébrique ne saurait en effet être considérée comme une définition. « Certains savants se demandent si l'électron n'a pas une existence purement analytique, n'étant qu'un centre de vibration dans un système d'ondes auxquelles appartient vraiment la réalité ». En serions-nous encore là? Je croyais qu'on avait déterminé la masse de l'électron et mesuré, dans quelque cas, sa vitesse : son existence n'est donc pas purement anatytique. D'autres savants croient que ce sont les ondes qui n'ont qu'une existence analytique. Voilà où conduisent les théories qui ne sont édifiées que sur des formules ! Dans les mémoires sur la nouvelle mécanique ondulatoire, les équations différentielles et même les équations intégrales jouent un rôle capital. C'est évidemment le point faible de cette théorie. Qu'on donne une définition objective de l'onde et du photon et il sera possible de discuter

Digitized by Google

utilement. « La mécanique ondulatoire ne sera plus la science étrange et mystérieuse que se représentent tant de gens, mais deviendra une pièce essentielle dans l'édification de la philosophie naturelle. »

M. Bolle croit constater que « la science actuelle évolue vers une forme de plus en plus mathématique et remplace les images aisément accessibles par de pures concordances numériques ». *Langevin* nous invitait à penser « en éther ». *M. Bolle* nous invite à penser en nombres, comme s'il était prouvé que « les nombres gouvernent l'univers » ainsi que le prétendait déjà *Pythagore*, il y a 2.500 ans. Toutes les lois physiques ne seraient donc que des vérités statistiques, comme le pense *Emile Borel*? Comment concilier cette opinion avec cette affirmation de *Heisenberg* que « l'analyse détaillée des phénomènes individuels est impossible ? » La rigidité des nombres ne peut donc s'appliquer à la complexité des phénomènes et de la vie. Je crois que la conception de *Pythagore* est fausse. Serait-elle vraie, ce que nous ne saurons jamais, elle est tellement déprimante et dangereuse qu'il faudrait la combattre énergiquement car, en supprimant le libre arbitre et la responsabilité, elle saperait par la base tout notre édifice social.

Général CARTIER.

Le Prix Nobel et le Professeur O.-W. Richardson

LES PRIX NOBEL de 1928 et de 1929

LA T. S. F. vient d'être doublement honorée par l'attribution des prix Nobel de 1928 et de 1929. Deux des savants qui ont le plus contribué à l'avancement de la physique moderne viennent d'être distingués par la fondation du grand Suédois.

Le professeur anglais O.-W. Richardson, auteur de travaux décisifs sur l'émission des électrons par les corps chauds a reçu le prix Nobel pour 1928.

Le duc de Broglie, notre compatriote, qui peut, à juste titre, être aujourd'hui considéré comme l'homme le plus en avant de la science moderne, a reçu le prix Nobel pour 1929, pour ses études sur la théorie des quanta.

Dans cette revue où nous nous attachons à ne rien laisser échapper des nouvelles découvertes de la physique, il est parfaitement légitime que nous rendions hommage à ceux qui les ont faites.

Le duc de Broglie a déjà été l'objet de maints articles. Ses livres écrits en français sont à la disposition de tous ceux qui veulent les lire ; je m'occuperai donc aujourd'hui du professeur O. W. Richardson, peut-être moins connu en France, mais dont les travaux ont permis de perfectionner sans cesse les lampes dont nous nous servons dans nos appareils de T. S. F.

O.-W. RICHARDSON

Le professeur Owen-Willans Richardson, master of Arts, doctor of Science, Fellow of the Royal Society, ce que les Britanniques indiquent au moyen des initiales qui encadrent son nom :

O.-W. Richardson, M. A., D. Sc., F.R.S., qui vient de recevoir le Prix Nobel de physique pour 1928, est né à Dewsbury, dans le comté d'York, le 26 avril 1879, fils de Josuah-H. et de Charlotte-M. Richardson.

Il fit ses études successivement à Batlley Grammar School, puis au Trinity College de l'université de Cambridge.

O.-W. RICHARDSON

PROFESSEUR

C'est d'abord en Amérique qu'il acquit une réputation comme professeur ; il fut en effet professeur de physique à l'Université Princeton, aux Etats-Unis, de 1906 à 1914.

En 1914, il rentre en Angleterre et, pendant dix ans, il va occuper une chaire au Kings'College de l'université de Londres ; il sera le Wheatstone Professor of Physics.

Enfin, depuis 1924, il cumule deux fonctions importantes ; il appartient encore à l'université de Londres, et à ce même King's College, en tant que Director of Research in Physics, et, d'autre part, la Royal Society, qui correspond assez exactement à notre académie des Sciences, mais qui dispose aussi de moyens que celle-ci n'a pas, l'a nommé Yarrow Research Professor.

L'ŒUVRE ÉCRITE

O.-W. Richardson appartient totalement et exclusivement à l'Ecole scientifique moderne ; contemporain de A. S. Eddington, le fameux Plumian Professor de l'université de Cambridge, il s'est, comme lui, passionné pour la nouvelle orientation que prenait la physique sous l'impulsion du Français Perrin et de son école. Mais, à la différence d'Eddington, il a relativement peu écrit, du moins lorsque l'on fait le compte de ses ouvrages complets ; il a, par contre, apporté d'importantes contributions aux grandes revues d'ordre scientifique ; et son œuvre écrite l'a largement fait connaître dans toutes les sphères intellectuelles.

C'est donc à la matière même qu'il s'attaqua tout d'abord, et, tandis que Perrin nous a montré celle-ci déjà discontinue et composée de molécules et finalement d'atomes, O.-W. Richardson pousse plus loin, et nous donne la *Théorie électronique de la matière*, qui paraît en 1914, et qui est rééditée en 1916.

Mais l'ouvrage qui a définitivement marqué son nom dans l'histoire de la science moderne est sa thèse sur l'*Emission de l'électricité par les corps très chauds* (The emission of electricity from hot bodies) ; elle date de 1916 et a été rééditée en 1921.

DISTINCTIONS

O.-W. Richardson a été appelé à recevoir des titres ou des distinctions honorifiques, en raison de ses succès scientifiques. Citons entre autres qu'il est :

Membre honoraire de l'American Philosophical Society.

Qu'il a été :

Président de la section A de la British Association en 1921.

Président de la Physical Society de 1926 à 1928.

Il a reçu en 1920 la Hughes Medal de la Royal Society, et enfin, tout récemment, le prix Nobel de physique.

L'ÉMISSION DES ÉLECTRONS PAR LES CORPS TRÈS CHAUDS

« Je n'ai pas l'intention, dans ce livre, de rendre compte de toutes les propriétés électriques des corps qui dépendent de la température. En fait, le but de ce livre est surtout limité à ces phénomènes que je me suis permis de qualifier du terme de thermoioniques Comme on le sait, toutes les substances deviennent conductrices de l'électricité à des températures suffisamment élevées. Non seulement tel est bien le cas qui nous occupe, mais les substances solides et liquides ont le pouvoir de conférer la propriété de la conductibilité électrique à l'espace qui les entoure. En d'autres termes, une charge d'électricité tend à s'échapper des surfaces des corps à haute température. En général, ceci se produit dans le vide aussi bien que lorsque les corps sont entourés d'une atmosphère gazeuse. L'étude de ces phénomènes thermoioniques a conduit à nombre de résultats d'un caractère intéressant, comme nous le verrons. Dans la pratique, il est souvent presque impossible de séparer les effets purement thermiques de ceux qui sont indirec-

Digitized by Google

tement causés par d'autres actions conditionnées par la température. Dans cette catégorie, les effets dus à l'action chimique sont évidents. C'est surtout pour cette raison que j'ai ajouté un chapitre sur l'ionisation par action chimique. En même temps j'ai omis de décrire les intéressantes propriétés électriques des flammes, sujet qu'on se serait peut-être attendu à trouver rentrant dans le cadre de ce livre. Ceux qui s'intéressent aux flammes trouveront un excellent compte rendu de leurs propriétés électriques dans un ouvrage récent de H.-A. Wilson. »

Nous ne pouvons songer à donner ici une analyse complète de ce livre, pourtant fondamental, de Richardson, mais nous pensons qu'au moment même où le savant reçoit l'une des plus grandes marques d'estime scientifique, nous ne pouvons mieux faire pour lui rendre hommage que de donner un aperçu de cette œuvre, en insistant sur certains points.

Si l'on se reporte au sommaire qui se trouve en tête de l'ouvrage, on en aura déjà une idée ; je le reproduis, me donnant seulement la peine de le traduire :

PRÉFACE

I. Considérations de caractère général.

II. Théorie de l'émission des électrons par les corps très chauds.

III. Variation de température de l'émission électronique.

IV. Effet des gaz sur l'émission des électrons.

V. Energétique de l'émission des électrons.

VI. L'émission des ions positifs par les métaux très chauds.

VII. Effet des gaz sur la libération des ions positifs par les métaux très chauds.

VIII. L'émission des ions par les sels chauffés.

IX. Ionisation et action chimiques.

Ainsi qu'on le voit, l'ouvrage peut *a priori* se diviser en trois parties :

Dans la première, Richardson étudie l'émission des électrons (chapitres I, II, III, IV et V).

Dans la seconde, il s'occupe de l'émission des ions positifs (chapitres VI et VII).

Enfin, dans la dernière, il se tourne vers un certain nombre de phénomènes qui, pour être très importants en eux-mêmes, ne doivent, du point de vue qui nous occupe être considérés qu'accessoirement.

Ce que nous dirons en effet maintenant doit bien plutôt être considéré comme une introduction à la lecture de ce livre, et nous nous contenterons de parcourir ensemble ce qui intéresse l'émission des électrons.

HISTORIQUE DE LA QUESTION

Richardson rappelle d'abord comment on a eu l'idée d'étudier l'émission de l'électricité par les corps très chauds.

Avec raison il montre qu'il y a plus de deux cents ans qu'on avait déjà, pour la première fois, remarqué que «l'air dans le voisinage des corps chauffés a le pouvoir de conduire l'électricité ».

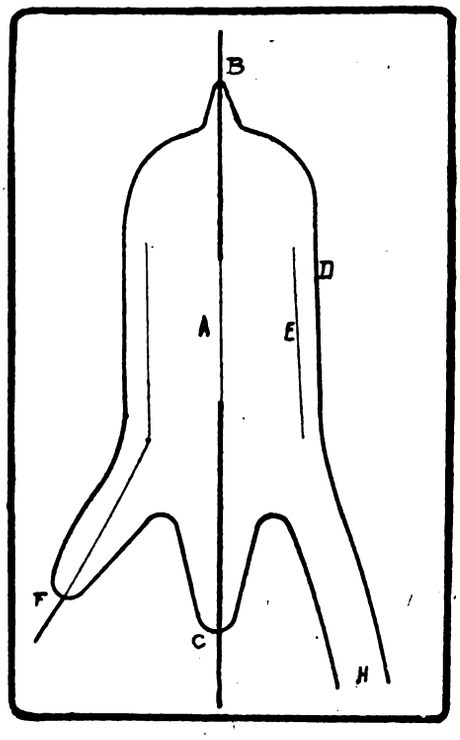


Fig. 1.

L'appareil d'essai (d'après O.-W. Richardson. The emission of electricity from hot bodies, Longmans, Green and Co, Éditeurs, Londres).

Mais on ne pouvait alors expliquer ce phénomène, et même on n'y songea guère.

Il faut attendre le milieu du dix-neuvième siècle pour voir reprendre l'étude méthodique de la question, et immédiatement nous trouvons deux mons de compatriotes : Becquerel qui montre que l'air chauffé perd ses qualités d'isolant (*Annales de chimie et de physique*, année 1853, page 355), Blondlon qui observe ce phénomène même lorsque la différence de potentiel ne dépasse pas 0,001 volt (*Comptes rendus de l'académie des sciences*, année 1880, p. 870, année 1887, p. 283).

De son côté, Guthrie découvre qu'une boule de fer chauffée au rouge dans l'air retient une charge négative mais ne peut retenir une charge positive (année 1873).

Elster et Geitel (1882 à 1889) étudient systématiquement les effets électriques produits par les corps incandescents ; pour cela, ils chauffent des fils de métaux divers au moyen d'un courant électrique, et mesurent le potentiel pris par une électrode voisine. Branly (1892) opérant inversement mesure le « taux de fuite de l'électricité d'un conducteur isolé lorsqu'il est placé dans le voisinage d'un corps chaud ».

Edison de son côté note le fameux phénomène qui se produit dans la lampe qu'il a inventée.

Richardson continue son historique de la question en rappelant l'introduction de la théorie des ions, les expériences de Mac Clelland sur les propriétés des gaz lorsqu'il n'y a pas de corps incandescents près d'eux, et enfin s'arrête sur la détermination de la charge spécifique des ions, c'est-à-dire du rapport $\frac{\varepsilon}{m}$ de leur charge électrique à leur masse, par sir J.-J. Thomson (1899) qui conduit à conclure que « les ions négatifs libérés par un filament de carbone fortement chauffé et sous une basse pression sont des électrons ».

LA MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

Nous sommes donc en possession déjà d'un certain nombre de faits qui peuvent tous se classer dans la catégorie de l'émission d'électrons par les corps chauds.

C'est précisément ce sujet que O.-W. Richardson se met à étudier, et il nous décrit les méthodes expérimentales d'ordre général; je le cite textuellement :

« Les méthodes employées pour étudier la relation des courants thermoioniques dans les différentes conditions physiques, telles que la température du corps chaud, la pression et la nature de l'atmosphère gazeuse environnante, dépendent naturellement dans une large mesure des propriétés de la substance examinée. Pour les substances qu'on peut obtenir sous la forme de fils ou de filaments, et qui sont conductrices de l'électricité, aussi bien que pour les nombreuses autres substances qui, en raison des effets puissants auxquels elles donnent lieu, peuvent être soumises à l'expérience en présence d'un métal très chaud sur la surface duquel elles ont été déposées, une méthode électrique de chauffage convient tout à fait bien. De nombreuses expériences faites sur différentes substances et par divers expérimentateurs, montrent qu'il n'existe pas de différence considérable dans les effets observés, qui proviennent de l'emploi d'un courant électrique comme mode de chauffage, comparés aux effets qui se manifestent lorsque d'autres moyens de chauffage sont employés, pourvu que la température atteinte soit la même, et que les autres conditions physiques soient identiques. Peut-être le témoignage le plus convaincant sous ce rapport est fourni par quelques expériences effectuées avec des électrodes couvertes de chaux par

Digitized by Google

Fredenhagen, qui, après avoir voulu la proposition contraire, conclut finalement que la méthode de chauffage ne fait pas de différence. Il ne fait pas de doute que les champs électriques et magnétiques, dus au courant de chauffage, influencent dans une certaine mesure le mouvement des ions, mais les effets ainsi produits ne sont pas d'habitude d'importance sérieuse, à moins que les courants employés ne soient très forts.

Les caractéristiques essentielles du type d'appareil dont on se sert généralement sont données dans la figure 1. Le filament A à essayer est soudé aux conducteurs plus robustes B et C. Ceux-ci à leur tour sont soudés aux fils de platine scellés dans l'ampoule D. A coïncide avec l'axe d'une électrode cylindrique E composée d'une feuille de métal ou, de préférence, d'un tissu métallique porté par le conducteur F scellé dans l'ampoule. Le tube H permet de vider le tube d'air, de le sceller, ou de le connecter à des appareils, pour le remplir de divers gaz ou pour en mesurer la pression... »

Je passe les détails de construction ou de vidange du tube, de sa manipulation à haute température, etc., de la mesure de l'ionisation des gaz ou de la température des courants thermoioniques. Le lecteur qui le désire se reportera au document original.

L'ÉTUDE DE MAC CLELLAND

Disposant ainsi d'un matériel d'expérience, Mac Clelland a été le premier à étudier les relations entre les courants, la force électro-motrice et la pression des gaz et, somme toute, le premier à tracer cette courbe caractéristique qui sera l'une des courbes caractéristiques de la lampe à trois électrodes.

L'ÉTUDE DE RICHARDSON

C'est alors que se place l'étude même que Richardson va faire de l'émission des électrons par les corps chauds.

« Ces expériences, dit-il, montrent que les électrons sont émis d'une façon continue par les corps très chauds, même dans un bon vide. Considérons le cas d'un solide ou d'un liquide très chaud, dont la pression de la vapeur est négligeable, contenu dans un récipient dans lequel on a fait le vide, et dont les parois sont constituées par des isolants électriques ; le système entier est maintenu à une température uniforme T. Alors, il y aura accumulation d'électrons, dans le vide, provenant de l'émission dont je viens de parler. Cette accumulation ne continuera pas indéfiniment, parce que certains des électrons en raison du mouvement dû à la chaleur, retourneront toujours au corps chaud qui les a émis. Comme conséquence de ces deux phénomènes un équilibre s'établira finalement lorsque le nombre d'électrons retournant au corps chaud sera égal au nombre d'électrons émis par le corps chaud dans un intervalle de temps donné... »

Telle est la première analyse du phénomène d'émissions d'électrons par les corps chauds.

Richardson va la poursuivre en s'appuyant d'abord sur les lois de la thermodynamique pour établir la relation entre la pression de ces électrons et la température du vase clos ; puis il établit les relations entre le changement d'énergie du système qui accompagne le transport de chaque électron du corps chaud dans l'enveloppe qui l'entoure, et T la température. Il étudie, à la lumière de la théorie cinétique classique, puis de la théorie des quanta, ce que deviennent les résultats précédents.

Il s'arrête ensuite à la distribution des électrons dans un équilibre de température en dehors de la surface d'un corps chaud, à la réflexion des électrons par les corps solides, à la libération des électrons par action chimique.

Toutes ces études sont accompagnées de calculs que l'on me permettra de ne pas reproduire ici, mais que le lecteur, qui le désirera, pourra retrouver dans l'original.

VARIATION DE TEMPÉRATURE ET ÉTUDES DIVERSES.

Pour vérifier une partie des formules et des théories ainsi exposées, O.-W. Richardson étudie expérimentalement comment se fait l'émission d'électrons par différents corps lorsque l'on fait varier la température.

Il choisit d'abord le platine, le carbure et le sodium, et est d'ailleurs bientôt aidé par des recherches semblables entreprises par d'autres savants vers la même époque.

Visant à pouvoir établir la formule qui lui donnera la valeur du courant électronique, il étudie les causes qui affectent la possibilité d'atteindre le courant de saturation, c'est-à-dire un courant qui n'augmente plus.

Il arrive ainsi à établir la formule

$$N = A_1 T^{\frac{1}{2}} e^{\frac{b}{T}}$$

dans laquelle

N représente le nombre d'électrons émis par l'unité de surface dans l'unité de temps à la température T.

A et *b* sont des constantes qui dépendent du corps examiné.

Dans ces conditions, Richardson établit les valeurs de A et de *b* pour certaines substances :

Carbone	$A_1 = 10^{24}$	$b = 7{,}8 \times 10^4$
Platine	$A_1 = 7{,}5 \times 10^{25}$	$b = 4{,}93 \times 10^4$
Sodium	$A_1 = 10^{21}$	$b = 3{,}16 \times 10^4$

Abandonnant les corps simples, il étudie ensuite l'émission des substances composées.

Puis, il s'attaque au problème de l'émission photo-électrique complète.

Enfin, il ne suppose plus que le filament étudié est dans le vide, mais bien baigné par un gaz, et il note l'effet des gaz. Comme nous l'avons vu, cette première partie de son livre se termine par la discussion sur l'énergétique de l'émission électronique

Ce qu'il y a d'important à noter, c'est que cette œuvre est fondamentale ; c'est bien à Richardson que revient l'honneur, sinon d'avoir épuisé la question de l'émission électronique — personne ne prétendrait à semblable ambition — du moins d'avoir poussé l'étude suffisamment loin pour établir la loi qui donne la valeur du courant électronique, loi qui d'ailleurs porte son nom.

Léon de LA FORGE.

Afin de rendre plus facile la recherche des stations émettrices, « Radioélectricité et Q S T français réunis » a édité pour ses abonnés une carte radiophonique de l'Europe qui leur permet de connaître, exactement et d'avance, la direction qu'ils doivent donner à leur cadre pour recevoir au mieux une émission déterminée.

Cette carte qui ne sera pas vendue sera adressée gratuitement et franco de port à tous les titulaires d'abonnements en cours et, jusqu'au 31 mars, aux souscripteurs d'abonnements nouveaux.

Digitized by Google

LA TECHNIQUE RADIOELECTRIQUE

Le rendement d'un oscillateur à lampes

en fonction de la forme de la tension d'excitation et de son amplitude

ÉTUDE D'UNE ONDE NON SINUSOIDALE PAR LE THORÈME DE FOURIER

J'AI assez longuement, au cours de deux articles précédents, étudié le montage d'amplification à haute fréquence correspondant à l'excitation d'un système rayonnant à l'aide d'un poste pilote. De très intéressantes considérations sont liées à cette question.

J'ai plusieurs fois parlé du rendement d'un tel ensemble ; il semble utile de préciser ce qui a trait à cette grandeur. C'est pourquoi je me suis résolu à cet article. J'ai l'intention d'y étudier les variations :

a) De la tension instantanée de plaque,

b) De l'intensité instantanée du courant dans ce circuit,

c) De la puissance alternative,

d) Du rendement,

e) De l'intensité du courant dans le circuit oscillant d'utilisation en fonction de la tension de grille, de son amplitude.

La figure 1 représente le montage étudié. Il correspond à un circuit rayonnant fermé accordé sur la fréquence à transmettre. J'écarte l'hypothèse de l'antenne, car on est plus mal fondé à assimiler cet aérien à un circuit fermé ; toutefois, on pourra voir dans le circuit embroché celui équivalant à une antenne.

En désignant par : V_0 la tension continue de plaque ; v l'amplitude maxima de la tension développée aux bornes du circuit LRC on aura comme valeur de la tension instantanée de plaque V.

$$V = V_0 - v f(t)$$

$f(t)$ étant une fonction quelconque périodique du temps. Le minimum de V correspond toujours à

$$V_0 = v f(t)$$

puisqu'alors

$$v = 0$$

Il est, en effet, parfaitement inutile de se procurer une amplitude v plus grande puisque ceci correspond à la naissance d'un courant de grille, la tension instantanée de cette électrode étant en opposition de phase avec celle de plaque.

La condition

$$V_0 = v_x f(t) \qquad (A)$$

est donc la valeur limite de V_0 ou de v.

Ceci posé, il me paraît important de commencer par quelques généralités sur les situations relatives des tensions et des courants dans une lampe à trois électrodes en ordre d'amplification et non, pour le moment au moins, d'oscillation par auto-excitation.

COURANTS ET TENSIONS

Je suppose que j'applique sur la grille de la lampe :

a) une tension continue u_0.

b) une tension périodique de valeur maxima u et dont la variation dans le temps est

$$A = u \varphi(t)$$

la tension agissant sur l'électrode en question est

$$U = u_0 + u \times \varphi(t)$$

Cette tension donne naissance à un courant de plaque tel que l'amplitude maxima de la composante périodique est

$$i = \frac{Ku}{\rho + Z}$$

si le point de fonctionnement reste dans la partie rectiligne de la caractéristique et en appelant K_ρ les constantes de la lampe pour l'alimentation réalisée et Z l'impédance du circuit LRC

Le courant total de plaque J est donc de la forme

$$J = J_0 + i_\rho(t)$$

J_0 étant l'intensité du courant de plaque quand à la grille n'est appliquée aucune oscillation ; mais il y a un certain déphasage entre J et U dû au circuit oscillant.

De même, la tension aux bornes de celui-ci est

$$a = v\varphi(t)$$

avec un déphasage ; la tension réellement appliquée sur la plaque à chaque instant est donc égale à

$$V = V_0 - a = V_0 - v\varphi(t)$$

Dans le cas particulier où

$$U = u_0 + u \sin \omega t$$

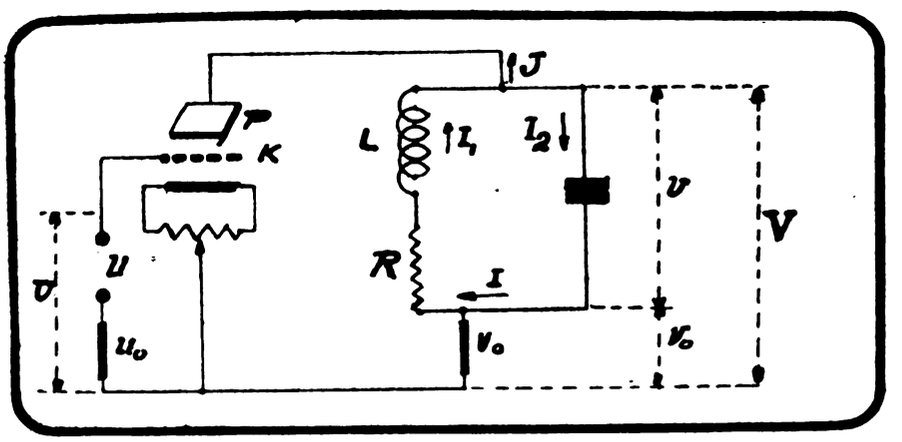


Fig. 1.

Digitized by Google

et si L R C est accordé sur la pulsation ω, la résistance apparente de ce circuit est

$$Z = \frac{L^2\omega^2}{R} = \frac{L}{RC}$$

on aura, par suite de la valeur réelle de Z, des déphasages nuls entre courant et tensions.

On tire de ceci

$$i = \frac{Ku}{\rho + Z}$$

$$J = J_0 + i \sin \omega t$$

$$a = v \sin \omega t$$

avec

$$v = iZ;$$

le potentiel de plaque est défini par

$$V = V_0 - v \sin \omega t$$

$$= V_0 - Zi \sin \omega t$$

$$= V_0 - Z \frac{Ku}{\rho + Z} \sin \omega t$$

Ces différentes expressions nous seront utiles dans la suite. Il faut garder présent à la mémoire que ces valeurs ne sont valables que si le point de fonctionnement ne quitte pas la partie rectiligne de la caractéristique. Dans le circuit oscillant, étant donné la petitesse de R devant $L\omega$ le plus souvent, on peut admettre que le déphasage entre i_1 ou i_2 et v est nul. Etant donné, d'autre part, l'accord de ce circuit sur la pulsation d'excitation, on a

$$i_1 = \frac{v}{L\omega} \quad i_2 = C\omega v = \frac{v}{L\omega} = i_1;$$

on en conclut que

$$i_1 = i_2$$

mais aussi que

$$i = 0$$

C'est le bouchon parfait bien connu du lecteur qui annule complètement le courant alternatif dans le reste du circuit si la résistance est nulle (cas théorique, évidemment) et correspond au maximum de courant dans LRC.

Dans le cas où R est petit, mais non nul, on aura exactement:

$$i_1 = \frac{v}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}$$

$$i_1 = C\omega v;$$

l'erreur commise en additionnant algébriquement au lieu de géométriquement i_1 et i_2 est réelle, mais on aura tout de même une vision exacte du résultat. On a donc

$$i_1 + i_2 = v\left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} + C\omega\right)$$

mais comme

$$v = iZ = \frac{L}{RC} \times \frac{Ku}{\rho + Z} = Ku \frac{Z}{\rho + Z}$$

on aura finalement

$$I = i_1 + i_2$$

$$= Ku \frac{Z}{\rho + Z}\left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} + C\omega\right)$$

Dans le cas où

$$R = 0$$

et comme

$$\frac{1}{L\omega} = C\omega$$

il vient

$$I = Ku \frac{Z}{Z + \rho}\left(\frac{1}{Z} + C\omega\right) = 2Ku \frac{Z}{Z + \rho}$$

Ces expressions ont un intérêt théorique évident bien qu'elles soient relatives à un cas limité.

J'examinerai différents cas relatifs aux grandeurs que j'ai en vue d'étudier ; étant donné que nous serons appelés rapidement à faire intervenir des tensions ou courants périodiques non sinusoïdaux, j'examinerai la décomposition d'une telle oscillation en série de Fourier avec un cas concret. De manière à conserver un lien, une unité à cet exposé, je crois préférable de commencer par cet exposé.

DÉCOMPOSITION D'UNE ONDE PÉRIODIQUE.

Cette décomposition permet de déterminer la grandeur et la phase de chaque harmonique par rapport à l'oscillation analysée.

Pratiquement, il n'y a presque jamais production d'oscillations sinusoïdales ; il importe donc d'étudier ainsi l'amplitude des harmoniques et, ultérieurement, l'action d'un courant quelconque sur un circuit donné. Cette analyse servira à corroborer ce que j'ai écrit dans un article sur les changeurs de fréquence.

Le problème peut être vu sous deux formes :

a) Étant donné plusieurs courbes harmoniques, c'est-à-dire, dont les périodes sont dans un rapport simple, on obtient facilement la courbe résultante en additionnant, pour chaque valeur angulaire de la variable, les amplitudes de chaque courbe. (Voir exemple I ci-après.)

b) Étant donné une courbe périodique pour laquelle à chaque valeur de l'abscisse correspond une seule ordonnée, on peut toujours la décomposer, si elle ne présente aucune discontinuité, en une suite de courbes harmoniques. C'est la décomposition de Fourier qu'illustre l'exemple II.

De manière que les conclusions présentent un caractère assez général, j'étudierai l'équation suivante :

$$y = 3 + 2 \sin \omega t + 3 \cos \omega t + \sin 2\omega t - 3 \cos (2\omega t + 10^0) + 2 \sin (3\omega t - 20^0) - 3 \cos (3\omega t - 10^0).$$

On pourra trouver celle-ci un peu complexe, mais, comme la suite le montrera, elle est absolument nécessaire.

Première constatation : on peut, dans la construction graphique, ne pas tenir, compte du terme constant ; ceci revient seulement à déplacer l'axe des abscisses d'une valeur égale à celle de ce terme et de son signe. Ici on aura:

$$Y = y - 3$$

Par conséquent, j'agirai ainsi.

Pour la construction de Y, je procéderai comme suit :

1°) Tableau I donnant les valeurs des termes:

$A = 2 \sin \omega t$	Courbe A	traits pleins;
$B = 3 \cos \omega t$	— B	
$C = \sin 2\omega t$	— C	traits séparés;
$D = -3 \cos (2\omega t + 10^0)$	— D	
$E = +2 \sin (3\omega t - 20^0)$	— E	points.
$F = -3 \cos (3\omega t - 10^0)$	— F	

pour des intervalles de ωt de 50°. Les équations sont représentées en courbes sur la figure 2.

Ce tableau est forcément assez complexe, mais il a l'avantage de permettre de suivre tous les calculs.

2°) Le tableau II donne les valeurs des différents termes de Y pour chaque valeur angulaire et la valeur résultante de Y. Ceci est traduit par la courbe I. De manière à ne pas encombrer inutilement, le tableau donne les résultantes pour tous les cas envisagés qui sont les suivants (fig. 3) :

I. $Y_1 = A+B+C+D+E+F$ (un trait)
II. $Y_2 = A+C+E$ (traits séparés)
III. $Y_3 = B+D+E$ (traits, points)
IV. $Y_4 = A+B+E+F$ (points)
V. $Y_5 = B+C$ (trait, deux points).

On remarque que

Y_2 est égal à Y_1 dans lequel on supprime les termes en cosinus.
Y_3 est égal à Y_1 dans lequel on supprime les termes en sinus.
Y_4 est obtenu en supprimant dans Y_1 les fréquences paires.
Y_5 est obtenu en supprimant dans Y_1 les fréquences impaires.

L'étude des formes de ces courbes représentées sur la fig. 3 conduit aux

Digitized by Google

conclusions suivantes : la fig. 5 représente deux courbes de combinaison :

$$Y = 5 \sin \omega t + 2{,}5 \sin 2\omega t.$$
$$Y = 5 \sin \omega t - 5 \cos 2\omega t.$$

De manière à mettre de l'ordre dans tout cet exposé, j'examinerai successivement les différentes figures. Les courbes de la figure 2 représentent les différents termes de Y pendant une période de la fondamentale ; elle est constituée par des sinusoïdes bien connues.

Pour que le lecteur soit mieux à même de suivre les transformations graphiques des équations successives, la figure 4 représente les courbes suivantes :

$$A + B = 2 \sin \omega t + 3 \cos \omega t;$$

c'est une courbe symétrique par rapport à l'axe des temps et au point donné par

$$2 \sin \omega t + 3 \cos \omega t = 0$$

soit

$$\text{tg } a - \text{tg } \omega t = -\frac{3}{2} = -1{,}5,$$

On trouve que

$$a = \text{arctg } (-1{,}5) = 123^\circ$$

La seconde courbe est représentative de

$$C + D = \sin 2\omega t - 3 \cos (2\omega t + 10^\circ).$$

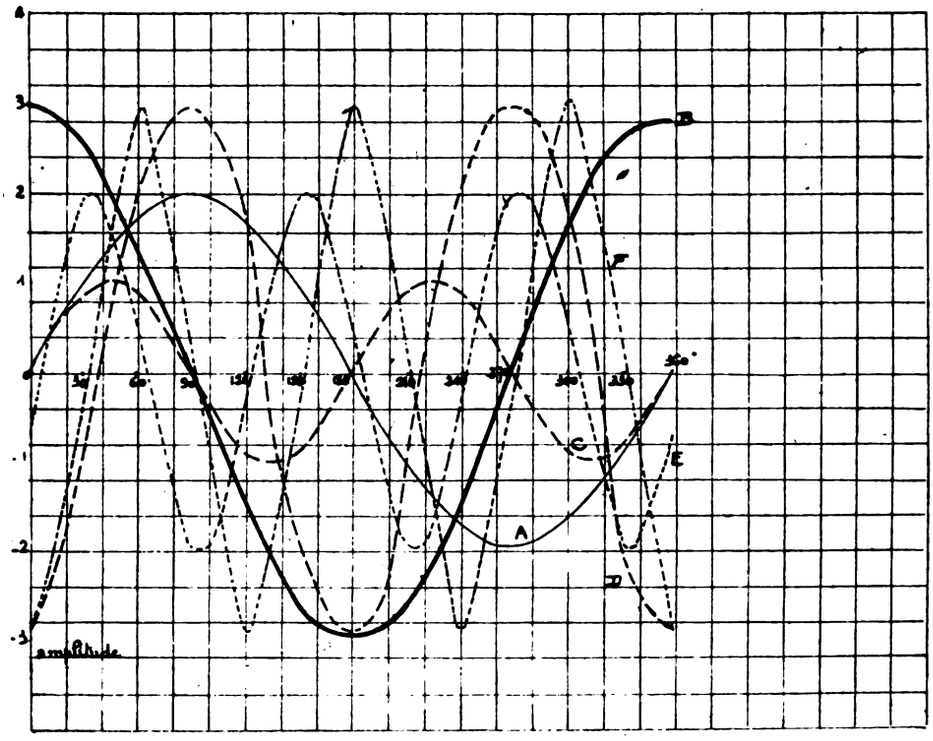


Fig. 2.

Elle est aussi symétrique par rapport à l'axe des temps.

Elle s'annule pour

$$\sin 2\omega t = 3 \cos (2\omega + 10^\circ).$$

TABLEAU I

ωt	Sin ωt	A	Cos ωt	B	$2\omega t$	Sin $2\omega t$ = C	$2\omega t$ +10°	Cos $2\omega t$+10°	D	$3\omega t$	$3\omega t$ —20°	Sin ($3\omega t$ — 20°)	E	$3\omega t$—10°	Cos ($3\omega t$ — 10°)	F
0	0	0	1	3	0	0	10°	0,985	— 2,96	0°	—20°	— 0,342	—0,7	—10°	0,98	—2,94
30°	0,5	1	0,866	2,6	60°	0,866	70°	0,342	— 1,03	90°	70°	+ 0,94	+1,9	+80°	0,17	—0,51
					90°	1										
60°	0,866	1,73	0,5	1,5	120°	0,866	130°	— 0,643	+ 1,93	180°	160°	+ 0,342	+0,7	+170°	—0,98	+2,94
90°	1	2	0	0	180°	0	190°	— 0,985	+ 2,96	270°	250°	— 0,94	—1,9	+260°	—0,17	+0,51
120°	0,866	1,73	— 0,5	— 1,5	240°	— 0,866	250°	— 0,643	+ 1,93	360°	340°	— 0,342	—0,7	350°	0,98	—2,94
					270°	— 1										
150°	0,5	1	— 0,866	— 2,6	300°	∓ 0,866	310°	0,64	— 1,92	450°	430°	0,94	+1,9	440°	0,17	—0,51
180°	0	0	— 1	— 3	360°	0	370°	0,985	— 2,96	540°	520°	0,342	+0,7	530°	—0,98	+2,94
210°	— 0,5	— 1	— 0,866	— 2,6	420°	0,866	430°	0,342	— 1,03	630°	610°	0,94	—1,9	620°	—0,17	+0,51
					450°	+ 1										
240°	— 0,866	— 1,73	— 0,5	— 1,5	480°	0,866	490°	— 0,643	+ 1,93	720°	700°	0,342	—0,7	710°	0,98	—2,94
270°	— 1	— 2	0	0	540°	0	550°	— 0,985	+ 2,96	810°	790°	0,94	1,9	800°	—0,17	—0,51
300°	— 0,866	— 1,73	+ 0,5	+ 1,5	600°	— 0,866	610°	— 0,643	+ 1,93	900°	880°	0,342	0,7	890°	—0,98	+2,94
					630°	— 1										
330°	— 0,5	— 1	+ 0,866	+ 2,6	660°	— 0,866	670°	0,64	— 1,92	990°	970°	— 0,94	—1,9	980°	—0,17	+0,51
360°	0	0	1	+ 3	720°	0	730°	0,985	— 2,96	1.080°	1.060°	— 0,342	—0,7	1.070°	0,98	—2,94

TABLEAU II

ωt	A	B	C	D	E	F	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
0	0	3	0	— 3	— 0,7	— 2,95	— 3,65	— 0,7	— 2,95	— 0,65	— 3
30	1	2,6	0,87	— 1,05	+ 1,9	— 0,5	+ 4,82	+ 3,77	+ 1	+ 4,94	— 0,12
60	1,73	1,5	0,87	+ 1,95	+ 0,7	+ 2,95	+ 9,70	+ 3,33	+ 6,40	+ 6,90	+ 2,92
90	2	0	0	+ 3	— 1,9	+ 0,5	+ 3,6	0,1	+ 3,5	+ 0,6	+ 3
120	1,73	— 1,5	— 0,87	+ 1,95	— 0,7	— 2,95	— 2,34	— 0,13	— 2,5	— 1,3	+ 1,08
150	1	— 2,6	— 0,87	— 1,90	+ 1,9	— 0,5	— 2,97	— 1,40	— 5,0	+ 0,1	— 2,87
180	0	— 3	0	— 3	+ 0,7	+ 2,95	— 2,35	+ 0,7	— 3,1	+ 0,65	— 3
210	— 1	— 2,6	0,87	— 1,05	— 1,9	+ 0,5	— 5,18	— 2	— 3,1	— 5	— 0,12
240	— 1,73	— 1,5	0,87	+ 1,95	— 0,7	— 2,95	— 1,11	— 1,56	— 2,5	— 4	+ 2,92
270	— 2	0	0	+ 3	1,9	— 0,5	+ 2,4	+ 0,1	+ 2,5	— 0,6	+ 3
300	— 1,73	+ 1,5	— 0,87	+ 1,95	0,7	+ 2,95	+ 4,50	— 1,90	+ 6,30	+ 3,1	+ 1,08
330	— 1	+ 2,6	— 0,87	— 1,90	— 1,9	+ 0,5	— 2,57	— 3,77	+ 1,2	— 0,3	— 2,87
360	0	3	0	— 3	— 0,7	— 2,95	— 3,65	— 0,7	— 2,95	— 0,65	— 3

Digitized by Google

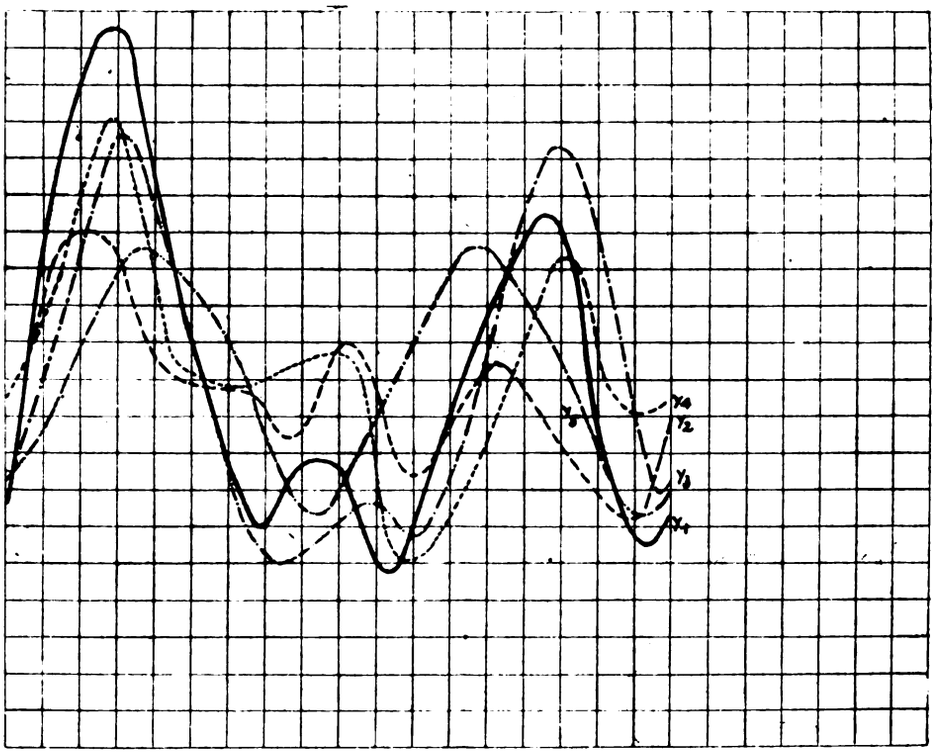


Fig. 3.

Ceci a lieu pour

$$\omega t \neq 30^\circ$$
$$\omega t \neq 125^\circ$$
$$\omega t \neq 215^\circ$$
$$\omega t \neq 300$$

Par rapport à 215° la symétrique est complète par rotation de π.

La troisième courbe est celle de la fonction

$$E + F = 2 \sin (3\omega t - 20^\circ) - 3 \cos (3\omega t - 10^\circ)$$

Sauf pour les faibles valeurs de ωt on peut l'identifier avec

$$Y = 2 \sin 3\omega t - \cos \omega t$$

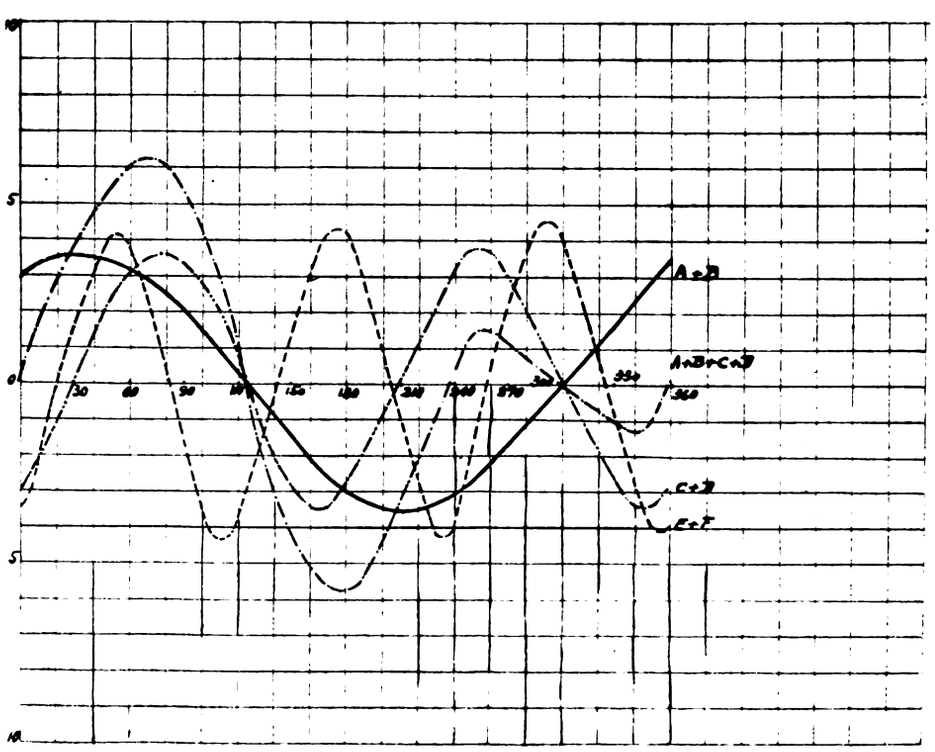


Fig. 4.

d'où les zéros sont donnés par

$$\operatorname{tg} 3\omega t = \frac{3}{2}$$

ils correspondent à environ

132° 205° 260° 325°

Enfin j'ai tracé la courbe

$$A + B + C + D = 2 \sin \omega t + 3 \cos \omega t + \sin 2\omega t - 3 \cos (2\omega t + 10^\circ$$

L'examen de cette courbe est particulièrement intéressant. On y remarque l'absence complète de symétrie due au déphasage entre les groupes (A + B) et (C + D). Ceci sera encore mis en lumière plus loin et permet d'envisager des simplifications dans la recherche des équations caractéristiques de ces courbes périodiques qu'il faut arriver à définir mathématiquement et dont l'analyse est assez complexe.

La figure 3 représente les courbes définies plus haut.

La perte de la symétrie est remarquable pour Y_1 qui comprend la totalité des termes et représente l'équation dont nous nous étions proposés l'étude.

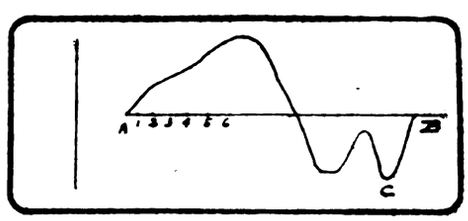


Fig. 5.

La courbe Y_2 dont l'équation ne comprend que des sinus et est

$$Y_2 = 2 \sin \omega t + \sin 2\omega t + 2 \sin (3\omega t - 20^\circ)$$

a aussi une allure dissymétrique sans aucun point de répétition.

Pour Y_3 on a

$$Y_3 = 3 \cos \omega t - 3 \cos (2\omega t + 10^\circ). - 3 \cos (3\omega t - 10^\circ)$$

expression où n'entrent que des termes en cosinus ; il en est absolument de même.

L'équation

$$-Y_4 = A + B + E + F$$

où n'entrent que les fréquences impaires est du même genre.

Au contraire, Y_5, qui ne contient que des termes de fréquences paires, est symétrique. Ces quelques réflexions trouveront leur application plus loin.

DÉCOMPOSITION D'UNE FONCTION PÉRIODIQUE EN SÉRIE DE FOURIER.

Pour des raisons qui sont de toute évidence (facilités de sommation, d'étude etc.), il y a avantage à pouvoir

Digitized by Google

représenter une fonction périodique par une somme de termes que nous allons apprendre à déterminer. Je m'excuse de l'ordre mathématique de cette question ; ces éléments sont extrêmement intéressants et sont appelés, j'en suis persuadé, à rendre de nombreux services. Le maniement est simple et, au lieu d'entendre souvent parler de courbes à allures bizarres, l'amateur se trouvera en mesure de les mettre sous forme d'équation et d'en tirer tout le parti possible. Je vais traiter la question complètement ; la théorie est intéressante et quelques règles d'emploi me semblent absolument indispensables ; il est de toute utilité que cette analyse soit faite avec beaucoup d'ordre et de méthode. La possibilité de décomposer une fonction périodique en ses composantes est d'une utilité beaucoup plus générale qu'on ne peut l'imaginer *a priori* et c'est une conception qui trouve son application dans tous les domaines de l'observation ; c'est ce qui m'incite à insister un peu.

Les séries étudiées par Fourier comptent parmi les plus importantes dont les termes sont trigonométriques ; elles sont de la forme générale

$$y = a_0 + a_1 \sin x + Q_2 \sin 2x + \ldots\ldots + a_m \sin mx + b_1 \cos x + b_2 \cos 2x + \ldots\ldots + b_m \cos mx$$

Si cette série est *convergente*, elle représente une fonction périodique de x, de période égale à 2π; en effet, elle reprend la même valeur pour une variation de cette valeur.

Etant donné une fonction $f(x)$ quelconque, on peut chercher à la représenter, dans un intervalle de 2π, entre o et 2π ou $+\pi$ et π, par une série de cette espèce; si on le peut, et si la période de $f(x)$ est 2π, le développement est variable pour toutes les autres valeurs ; sinon, il n'est valable que pour l'intervalle étudié.

Dans le cas qui nous occupe, nous supposerons toujours que la fonction est de périodicité égale à 2π, on n'oubliera pas que la série doit être convergente et on vérifiera qu'elle s'identifie avec la fonction pour toutes valeurs de la variable.

De manière que le lecteur ait une vue complète de la question, je l'examinerai de la manière suivante :

a) Décomposition mathématique conduisant à

b) Une solution graphique du problème.

c) Remarques sur la forme des courbes et sur les simplifications que leur examen permet de réaliser.

d) Un exemple.

e) Réflexions sur le calcul des harmoniques,

Les notions auxquelles je vais me trouver obligé de faire appel sont extrêmement simples et connues de tous les lecteurs ; pour que la suite des opérations puisse être suivie aisément, tous les calculs ont été reproduits ; ceci surcharge un peu, mais éclaircit beaucoup la suite de l'exposé.

L'exemple choisi est simple ; faire choix d'un autre, plus complexe, aurait simplement conduit à un allongement des calculs. J'insiste de suite sur ce fait : ceux-ci ont été exécutés à la règle à calculs ; c'est donc essentiellement dans des conditions industrielles que j'ai tenu à me placer.

a) Décomposition mathématique

Soit y la valeur d'une ordonnée d'une courbe périodique singulière (c'est-à-dire qu'à chaque abscisse correspond une *seule* ordonnée) et sans discontinuité, on peut représenter y par une série

$$y = a_0 + a_1 \sin \omega t + b_1 \cos \omega t + \ldots\ldots + a_n \sin n\omega t + b_n \cos n\omega t$$

Dans cette expression ω est la pulsation de la sinusoïde fondamentale ; par suite, ω représentant la vitesse de déplacement horizontal uniforme d'un point, ωt est l'abscisse de ce point, l'origine étant le point zéro de la sinusoïde fondamentale.

Ceci dit, ce qui nous intéresse est d'apprendre à calculer les coefficients successifs de cette série ; nous verrons plus loin à quel terme il est bon d'arrêter le développement, car, pour l'instant, nous envisageons le problème sous sa forme la plus générale. Il ne faudrait pas croire que cette décomposition soit simple dans un cas quelconque ; dans la pratique, toutefois, il arrive souvent que l'examen de la courbe à analyser guide beaucoup.

Pour déterminer les coefficients successifs, je m'appuierai sur un certain nombre de remarques préliminaires :

1° Les expressions

$$\int_0^{2\pi} \sin x \quad \text{ou} \quad \int_0^{T} n\,\omega t$$

$$\int_0^{2\pi} \sin mx \text{ (quel que soit } m)$$

$$\int_0^{2\pi} \cos x \quad \text{ou} \quad \int_0^{T} \cos \omega t$$

$$\int_0^{2\pi} \cos mx \text{ (quel qne soit } m)$$

sont nulles ; on a, en effet,

$$\int_0^{2T} \sin \omega t = \frac{1}{\omega}\left[-\cos \omega t\right]_0^{T} = \frac{1}{\omega}\left[-1+1\right] = 0$$

$$\int_0^{T} \cos \omega t = \frac{1}{\omega}\left[\sin \omega t\right]_0^{T} = \frac{1}{\omega}\left[0-0\right] = 0$$

Nous aurons l'occasion, plus loin, d'étudier d'autres expressions analogues.

2° On a, d'autre part, quels que soient m et n,

$$\int_0^{2\pi} \sin m\omega t \cos n\omega t = \int_0^{2\pi} \frac{\sin (m-n)\omega t + \sin (m+n)\omega t}{2} = 0$$

en vertu du paragraphe précédent.

Dans le cas où

$$m \neq n$$

on a encore, pour les mêmes raisons :

$$\int_0^{2\pi} \sin m\omega t \sin n\omega t = \int_0^{2\pi} \frac{\cos (m-n)\omega t - \cos (m+n)\omega t}{2} = 0$$

$$\int_0^{2\pi} \cos m\omega t \cos n\omega t = \int_0^{2\pi} \frac{\cos (m+n)\omega t + \cos (m+n)\omega t}{2} = 0$$

Dans le cas où

$$m = n = p,$$

on aura

$$\int_0^{2\pi} \sin m\omega t \sin n\omega t = \int_0^{2\pi} \sin^2 p\omega t$$

$$\int_0^{2\pi} \cos m\omega t \cos n\omega t = \int_0^{2\pi} \cos^2 p\omega t.$$

J'ai omis dans toutes ces expressions la valeur dt.

3° Soient à calculer

$$\int_0^{2\pi} \sin^2 \omega t\, dt \int_0^{2\pi} \cos^2 \omega t\, dt$$

On a

$$\int_0^{2\pi} \sin^2 \omega t\, dt = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2}\left(1 - \cos 2\omega t\right) dt = \pi - \left|\frac{\sin \omega t}{2\omega}\right|_0^{T} = \pi$$

Digitized by Google

$$\int_0^{2\pi} \cos^2 \omega t \, dt$$

$$= \int_0^{2\pi} \frac{1}{2}\left(1 + \cos 2\omega t\right) dt$$

$$= \pi + \left|\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right|_0^T = \pi$$

en tenant compte des valeurs précédentes. On aurait, d'une manière analogue

$$\int_0^{2\pi} \sin^2 p\omega t = \pi$$

$$\int_0^{2\pi} \cos^2 p\omega t = \pi$$

Dans le cas où la sommation se fait entre O et T, l'intégrale est $\frac{T}{2}$. La valeur moyenne de ces intégrales est définie par

$$A = \frac{1}{2\pi}\int \ldots, = \frac{1}{T}\int \ldots$$

d'où, dans ce cas, on a

$$A = \frac{T}{2} \times \frac{1}{T} = \frac{1}{2}$$

Nous nous trouverons donc dans des conditions où les expressions ont des valeurs moyennes égales, dans l'intervalle d'une période à O ou $\frac{1}{2}$ suivant les cas.

Munis de ces considérations, nous allons pouvoir déterminer les coefficients de la série qui nous intéresse. Supposons que nous multiplions les deux termes par sin ωt, il vient

$$y \sin \omega t = a_0 \sin \omega t + a_1 \sin^2 \omega t$$
$$+ b_1 \sin \omega t \cos \omega t + a_2 \sin \omega t \sin 2\omega t$$
$$+ a_n \sin \omega t \sin n\omega t + b_n \cos \omega t \cos n\omega t$$

Si l'on prend la valeur moyenne des deux membres, au second membre tous les termes sont nuls, en vertu de ce que nous venons de voir, sauf

$$a_1 \times \frac{1}{T}\int_0^T \sin^2 \omega t = \frac{1}{T} a_1 \times \frac{T}{2} = \frac{1}{2} a_1$$

on en conclut que

$$a_1 = 2 \times \frac{1}{T}\int_0^T y \sin \omega t$$

ou que a_1 est égal au double de la valeur moyenne de y sin ωt pour une période.

On trouve de même que

$$a_n = \frac{2}{T}\int_0^T y \sin n\omega t \text{ etc...}$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T y \cos n\omega t \text{ etc...}$$

en multipliant les deux membres par sin $2\omega t$... sin $n\omega t$ ou cos $2\omega t$... cos $n\omega t$.

Il reste à déterminer a_0 ; on a :

$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T y \, dt;$$

en effet, le terme constant a_0 représente la valeur moyenne des ordonnées de la courbe pour une période puisque les valeurs moyennes de tous les autres termes (sin ou cos) sont nulles.

Nous connaissons donc tous les coefficients. Avant de répondre à la question relative à la mise en pratique de ces conclusions, je voudrais ajouter quelques mots sur une transformation trigonométrique que nous emploierons par la suite.

Soit l'expression

$$Z = a \sin x + b \cos x.$$

Je l'ai déjà analysée dans un exposé du changement de fréquence lorsque les deux fréquences de battement sont peu différentes ; le cas n'est pas le même puisque les deux angles sont égaux.

Posons

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg} \varphi$$

les formules connues de la trigonométrie donnent

$$\sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \qquad \cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

D'autre part, on a aussi

$$\sin (x + \varphi) = \sin x \cos \varphi + \sin \varphi \cos x$$

$$= \sin x \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} + \cos x \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

on a donc

$$Z = a \sin x + b \cos x = \sqrt{a^2 + b^2} \sin (x + \varphi)$$

avec la condition

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}.$$

b) APPLICATION

Etant donné ces différentes considérations, il nous importe maintenant d'entrer dans le vif du sujet en étudiant comment nous allons procéder pratiquement.

La partie préliminaire consiste à traiter la série théorie pour la simplifier. On remarquera qu'on peut l'écrire

$$\begin{aligned} y = {} & a_0 \\ & + a_1 \sin \omega t + b_1 \cos \omega t \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + a_n \sin n\omega t + b_n \cos n\omega t \end{aligned} \qquad (1)$$

En appliquant à chaque ligne la transformation de la fin du paragraphe précédent, elle vient

$$a_n \sin n\omega t + b_n \cos n\omega t$$
$$= \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \sin (n\omega t + \varphi n);$$

on *définit*

$$\sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

comme l'amplitude de l'harmonique de rang n,

φ_n étant l'angle de phase de cet harmonique.

Je rappelle qu'on a

$$\varphi_n = \operatorname{arctg} \frac{b_n}{a_n}$$

La série est donc de la forme

$$\begin{aligned} Y = {} & a_0 + \sqrt{a_1^2 + b_1^2} \sin (\omega t + \varphi_1) \\ & \ldots\ldots + \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \sin (n\omega t + \varphi_n) \end{aligned} \qquad (2)$$

Etant donné la manière dont nous allons opérer on pourra mettre la fonction y sous la forme (1) ou sous celle de (2) suivant la plus ou moins grande facilité qu'on trouvera à l'une ou l'autre.

On procédera comme suit : soit (fig. 5) une courbe C absolument quelconque à analyser. La période de cette courbe est AB ; on divisera cet espace en n parties égales et on mesurera les valeurs des ordonnées à chacun de ces points

$$y_0\, y_1\, y_2 \ldots y_p - y_{p+1} \ldots y_n - 1\, y_n$$

On remarquera que l'on a toujours par définition

$$y_n = y_0$$

On dressera un tableau (fig. 6) comprenant :

une colonne 1, dans laquelle on porte les abscisses angulaires correspondant aux points 1...n ; si la division est faite en n parties, il y a $(n+1)$ points et $(n+1)$ valeurs ; chaque intervalle correspond à $\frac{2\pi}{n}$ degrés ;

une colonne 2, dans laquelle en face de l'abscisse correspondante, on porte l'ordonnée avec son signe ;

colonnes 3 et 4, valeurs du cos et du sin de l'angle de la colonne 1 ;

les colonnes 5 et 6 sont les résultats des produits des valeurs des colonnes 2 et 3 ou 4 portées sur une même ligne ; yC représente y cos ωt.

les colonnes suivantes reproduisent 3, 4, 5, 6 pour $2\omega t$, $3\omega t$, etc., $n\omega t$ en multipliant les nombres de 1 par 2, 3, etc., n.

Puis on fait la somme algébrique de chaque colonne 5, 6, etc. Soit

$$\Sigma \text{alg. } y \cos \omega t = B$$

La valeur moyenne qui représente la moitié de b_1 est

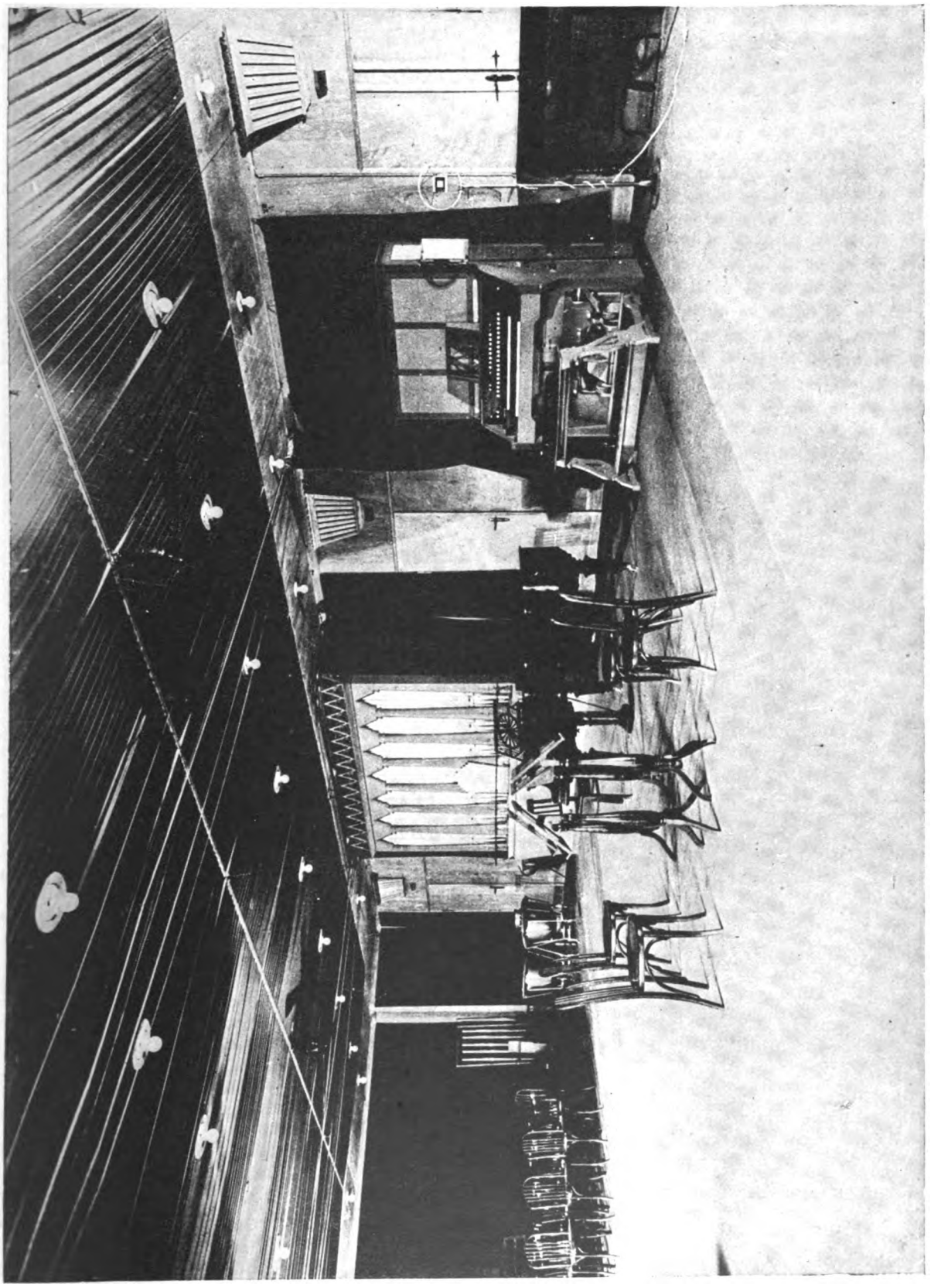
$$b_1 = \frac{2B_1}{n+1};$$

on aura de même

$$a_n = \frac{2}{n+1} A_n$$

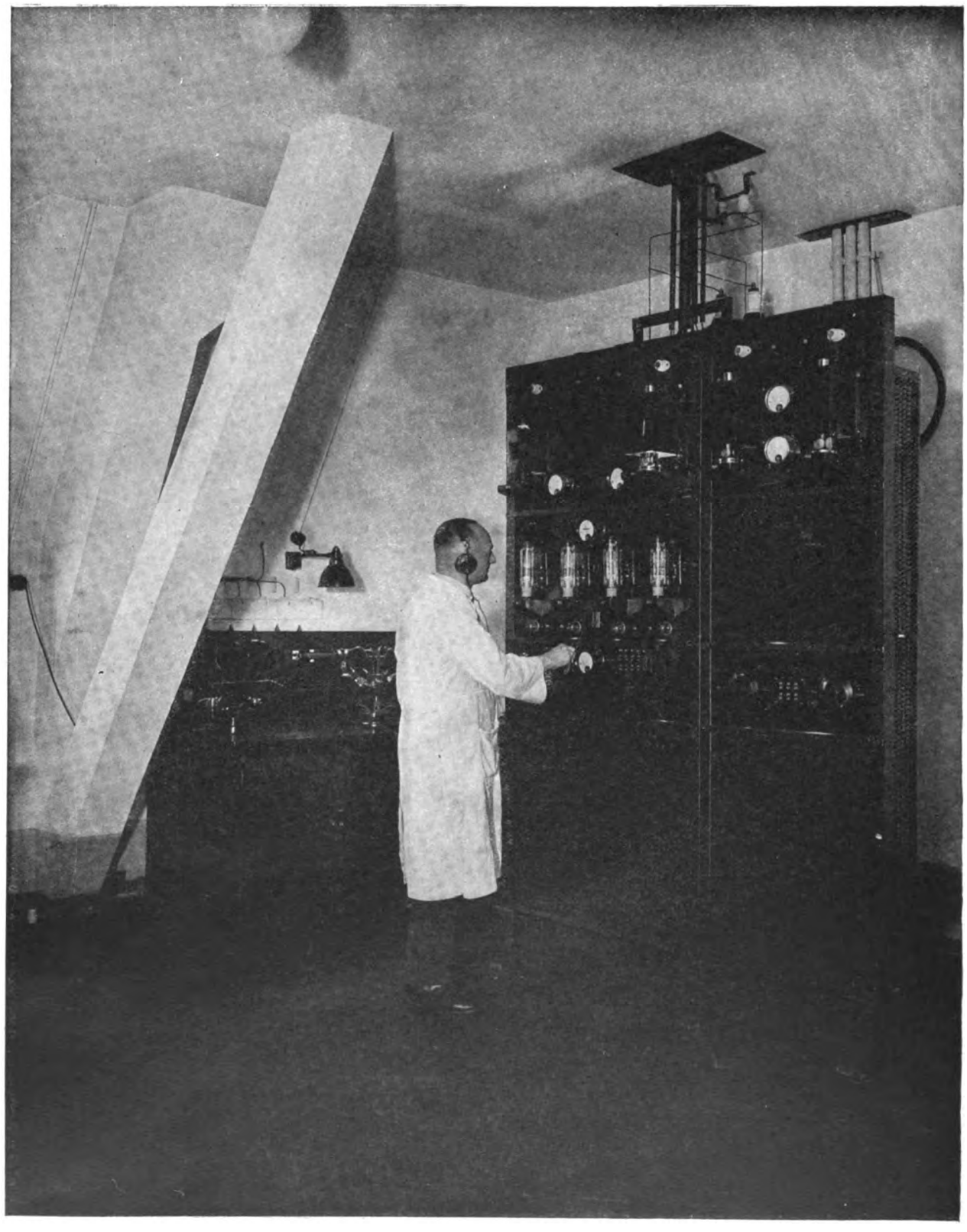
$$b_n = \frac{2}{n+1} B_n ;$$

Digitized by Google



L'AUDITORIUM DE BERLIN.

Digitized by Google



L'AMPLIFICATEUR TÉLÉPHONIQUE A LA STATION D'AUGSBOURG.

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	
Valeurde ωt	Ordonnécs	cos ωt	sin ωt	y C	y S	etc
0	y_0					
$\frac{2\pi}{n}$	y_1					
$\frac{4\pi}{n}$	⋮					
⋮	⋮					
$\frac{p}{n}2\pi$	y_p					
$\frac{p+1}{n}2\pi$	$-y_{p+1}$					
⋮						
$\frac{n}{n}2\pi$	Yn					
	$\Sigma +$	$\Sigma(+)$				
	$\Sigma -$	$\Sigma(-)$				
	Σ alg $= A_0$	Σ alg $= A$				

Fig. 6.

on aura aussi

$$a_0 = \frac{A_0}{n+1}.$$

Nous pourrons aussi calculer les amplitudes $\sqrt{a_n^2 + b_n^2}$ et les phases φ_n en partant de ces valeurs. Telles sont les solutions simples du problème.

Telle qu'elle vient d'être exposée, cette décomposition est très laborieuse ; heureusement, un certain nombre de remarques simplifient l'opération.

Il y a lieu de remarquer qu'il faut vérifier la décomposition pour tous les points de la courbe, car il faut une correspondance complète.

Deux questions se posent à ce sujet :

1° En combien de parties n faut-il diviser la période AB ? Plus le nombre n est grand, plus la précision obtenue est importante ; pourtant, on ne peut agir ainsi. C'est un peu un cas d'espèce; pour une courbe régulière, ayant des parties droites, on peut se contenter de 24 à 36 divisions pour 2π ; ceci correspond à un angle élémentaire de 15 ou 10 degrés.

2° Jusqu'à quel harmonique faut-il pousser la décomposition ? Il n'y a qu'une seule réponse : jusqu'à ce que la courbe recomposée soit aussi proche que nécessaire de la courbe proposée. La série obtenue n'étant pas convergente dans le cas général, on ne peut faire aucune détermination préalable.

Je reviendrai sur ces questions un peu plus loin sur le cas pratique pris comme exemple.

Si on a souvent à opérer cette décomposition, il y a un très grand intérêt à dresser une table préalable des valeurs de cos $n\omega t$ et sin $n\omega t$ de 5 en 5° pour les valeurs de n allant jusqu'à 10 par exemple. Ce travail préliminaire un peu long simplifiera beaucoup la suite.

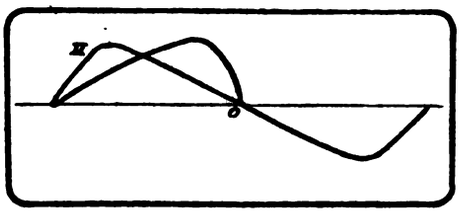


Fig. 7.

c) REMARQUES SUR LA SIMPLIFICATION

L'examen des courbes permet, *a priori*, d'éliminer un certain nombre de variables et de simplifier considérablement le problème.

Tout d'abord, toutes les fois qu'une courbe est symétrique, c'est-à-dire que la valeur moyenne des ordonnées positives est égale à celles des négatives, on a

$$a_0 = 0.$$

Ceci est évident puisque a_0 correspond à un déplacement de l'axe des abscisses. La figure 7 fait ressortir que, pour une demi-période donnée, l'autre peut être soit symétrique par rapport au point O (courbe II), soit par rapport à l'axe des temps avec un décalage de π (courbe I). Dans les deux cas on a

$$a_0 = 0$$

Du moment que la colonne 2 comporte les ordonnées successives, on trouve, en tout cas, aisément la valeur du coefficient a_0.

Il y a lieu de noter que tout ceci doit être examiné dans la période $0 - 2\pi$; mais, puisqu'il y a répétition, on peut se borner à l'étude d'une partie, ordinairement la moitié, de la courbe initiale.

D'autre part, quand on peut, par rotation de 180° autour du point $\frac{T}{2} - \pi - 180°$, amener les deux demi-périodes en superposition, les termes en cosinus sont à éliminer. Ceci tient à ce que les courbes de ces termes ne

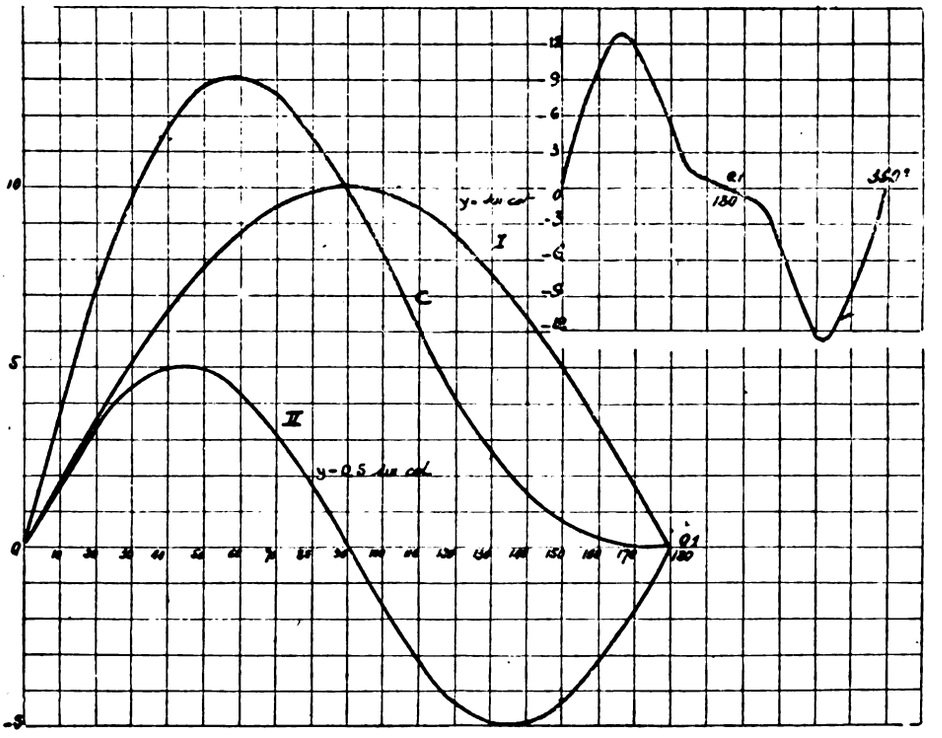


Fig. 8.

Digitized by Google

sont pas symétriques par rapport à ce point.

Lorsque les courbes ont comme axe de symétrie un axe perpendiculaire à celui des temps au point $\frac{T}{2}$, ce sont, pour la même raison, les termes en sinus qu'il faut supprimer.

La symétrie par rapport à l'axe des temps supprime les harmoniques pairs qui produisent une symétrie par rapport au point π.

La symétrie totale — dans une période et pour l'ensemble — conduit à la suppression des fréquences paires en cosinus et impaires en sinus. L'examen de la périodicité de ces termes permet de suite de s'en rendre compte.

Donc, trois cas de simplification : symétrie par rapport à π — suppression des cosinus.

symétrie par rapport à un axe vertical au point π — suppression des sinus — harmoniques.

symétrie par rapport à l'axe des temps — avec glissement de π — suppression des pairs qui, par ce glissement, se superposent et ne sont pas symétriques.

Si par glissement de π la courbe se reproduit et se superpose, harmoniques pairs seuls.

L'examen de quelques courbes qu'il sera facile au lecteur de construire rend évidentes ces quelques propositions.

Ayant ainsi dégrossi le travail, on est beaucoup plus à même de résoudre les cas particuliers rencontrés dans la pratique.

d) Exemple

La figure 8 représente la courbe C à analyser. Elle n'est représentée que jusqu'à 180°. Dans le coin de la figure, elle est tracée complètement d'une manière approximative et à échelle réduite.

D'après les principes précédents, il y a seulement symétrie par rapport à O, d'où termes en sinus seuls. De manière à travailler progressivement, j'étudierai une sommation de la forme

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t$$

On remarquera accessoirement :

1) A_0 est nul par suite de la symétrie comme dans tous les cas précédents ;

2) les angles de phase sont nuls puisque les coefficients B sont nuls. Ils pourraient, d'ailleurs, être égaux à π ce qui changerait le signe du terme correspondant. Ceci est à vérifier à la reconstruction. J'ai mesuré dix-neuf ordonnées espacées de 10°. Le tableau II ci-après résume les opérations ; j'ai cru bon d'ajouter un tableau I donnant les valeurs de cos et sin.

TABLEAU I

ωt	Sin ωt	Cos ωt	$2\omega t$	Sin $2\omega t$	Cos $2\omega t$
0°	0	1	0	0	1
10°	0,174	0,985	20	0,342	0,940
20°	0,342	0,940	40	0,643	0,766
30°	0,500	0,866	60	0,866	0,500
40°	0,643	0,766	80	0,985	0,174
50°	0,766	0,643	100	0,985	— 0,174
60°	0,866	0,500	120	0,866	— 0,500
70°	0,940	0,342	140	0,643	— 0,766
80°	0,985	0,174	160	0,342	— 0,940
90°	1	0	180	0	— 1
100°	0,985	— 0,174	200	— 0,342	— 0,940
110°	0,940	— 0,342	220	— 0,643	— 0,766
120°	0,866	— 0,500	240	— 0,866	— 0,500
130°	0,766	— 0,643	260	— 0,985	— 0,174
140°	0,643	— 0,766	280	— 0,985	— 0,174
150°	0,500	— 0,866	300	— 0,866	0,500
160°	0,342	— 0,940	320	— 0,643	0,766
170°	0,174	— 0,985	340	— 0,342	0,940
180°	0	1	360	0	1

TABLEAU II

ωt	Y	y Sin ωt	y Sin $2\omega t$
0	0	0	0
10	3,4	0,59	1,17
20	6,8	2,35	4,40
30	9,4	4,70	8,15
40	11,4	7,40	11,12
50	12,7	9,70	12,50
60	13	11,40	11,30
70	12,6	11,80	8,20
80	11,5	11,70	4,65
90	10	10	0
100	8,2	8,15	— 2,78
110	6,1	5,75	— 3,95
120	4,25	3,65	— 3,65
130	2,6	2	— 2,55
140	1,5	0,97	— 1,49
150	0,65	0,33	— 0,57
160	0,02	0,01	— 0,01
170	0,01	0,005	— 0,005
180	0	0	0

La sommation algébrique donne

$$\Sigma y \sin \omega t = + 90{,}50$$

$$\Sigma y \sin 2\omega t = 61{,}45 - 15{,}00 = + 46{,}45$$

La moyenne ressort à

$$D_1 = \frac{90{,}50}{19} = 4{,}75$$

$$D_2 = \frac{46{,}45}{19} = 2{,}45$$

En poussant les calculs à la troisième décimale, on trouve

$$D_1' = 4{,}731$$

$$D_2' = 2{,}404$$

On a donc

$$A_1 = 2\,D_1 = 9{,}5$$

$$A_2 = 2\,D_2 = 4{,}9$$

L'équation représentative est donc

$$Y = 9{,}5 \sin \omega t + 4{,}9 \sin 2\omega t$$

ou

$$Y = 9{,}5\,(\sin \omega t + 0{,}51 \sin 2\omega t)\,;$$

vérification

$\omega t = 30°$ $\sin 30° = 0{,}1500$

$\sin 60° = 0{,}866$ $y = 9{,}5 \times 0{,}93 = 8{,}9$

$y_{30} = 9{,}3$

$\omega t = 60°$ $\sin 60° = 0{,}866$

$\sin 120° = 0{,}866$ $y = 12{,}5$ $y_{60} = 13$

L'accord relatif tient au manque de précision des mesures.

La courbe est le résultat de l'équation suivante

$$Y = 10\,(\sin \omega t + 0{,}5 \sin 2)$$

Nous voici donc en mesure d'analyser une courbe périodique ; nous mettrons bientôt ces données en pratique.

Auparavant, je voudrais dire deux mots sur l'amplitude des harmoniques.

e) Harmoniques

Quelques réflexions sur l'amplitude des courants harmoniques ne sont pas sans intérêt pour nous. En effet, dans tous les cas où le courant aura une forme complexe comme celles analysées ici, il y aura production non seulement d'une oscillation fondamentale, mais de toute une série d'harmoniques. Je reviendrai plus loin sur le calcul de leur amplitude dans un cas concret, mais il faut examiner ce qui se passe dans un circuit soumis à l'action d'une tension ayant une forme complexe.

J'examinerai successivement les deux cas schématisés par la figure 9. La question posée est de savoir par quel chemin passe le courant au fur et à mesure que le rang de l'harmonique s'élève.

Dans le cas où on a deux inductances ou résistances en parallèle le courant se répartit inversement proportionnellement aux impédances ; la répartition est donc constante en fonction de la fréquence.

Si, de même, on a deux capacités, le rapport des réactances est constant, donc, à tension d'excitation égale, les intensités sont constantes.

Digitized by Google

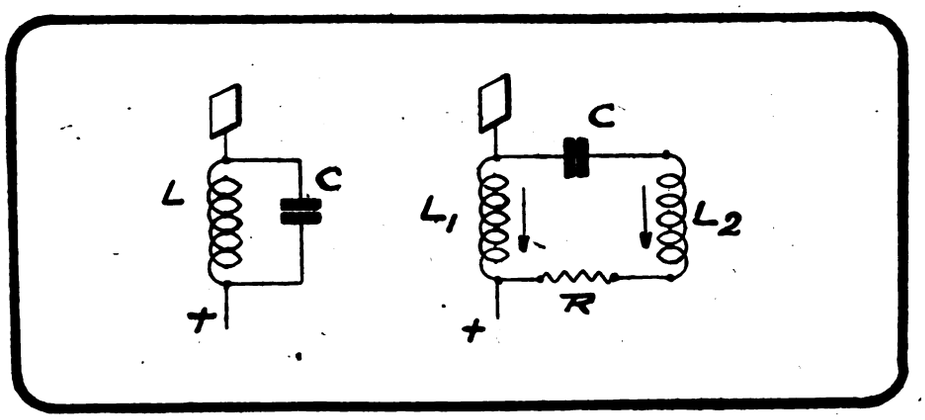


Fig. 9

Dans le cas A, le courant de plaque (composante alternative) se sépare également pour la fréquence fondamentale, en supposant qu'il y a résonance. On a, en effet,

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

Plus le rang d'harmonique envisagé s'accroît, plus l'intensité du courant dans la branche capacité augmente.

L'impédance des deux dérivations est

$$Z = \frac{L\omega}{LC\omega^2 - 1}$$

Il est facile de voir que la tension produite par un harmonique est plus faible que celle due à la fondamentale, pour une amplitude d'excitation constante.

Par contre, si l'oscillation transmise a un harmonique correspondant à la fréquence propre du circuit LC, il y a augmentation de l'amplitude de celui-ci. On ne peut donc pas dire que, si le courant a une fondamentale beaucoup plus faible que la fréquence propre d'un circuit oscillant, il n'y aura pas mise en évidence d'un harmonique par celui-ci.

Dans le cas B — qui est celui d'un système rayonnant où L_2RC sont les constantes de l'antenne ou de la partie exterieure du cadre — il en va autrement. La résonance a lieu sur

$$(L_1 + L_2)C\omega^2 = 1$$

L'impédance Z_1 relative à i_1 est

$$Z_1 = L_1\omega$$

Z_2, celle de l'autre branche est

$$Z_2 = \sqrt{R^2 + \left(L_2\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

Au fur et à mesure que le rang de l'harmonique augmente, $L_2\omega$ est plus grand que $\frac{1}{C\omega}$ et R; on peut donc écrire

$$Z_2 = L_2\omega$$

Finalement on a

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{L_2}{L_1}$$

Pour que i_2 harmonique soit petit il faut donc que L_1 soit petit.

Pour qu'un générateur, produisant dans le circuit de plaque un courant non sinusoïdal, à l'étage qui attaque

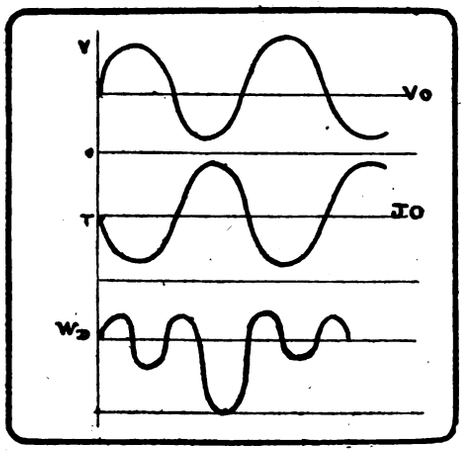


Fig. 10.

le système rayonnant, ne donne pas naissance à des harmoniques rayonnés, il faut que l'enroulement de plaque soit plus faible que la self équivalente de la partie rayonnante.

Cette conclusion est peu connue et m'a paru intéressante à spécifier.

ÉTUDE DU RENDEMENT D'UN GÉNÉRATEUR A LAMPES

On remarquera que tout ce qui va être dit à ce sujet fait intervenir les formes et les amplitudes des tensions ; par conséquent, on peut, sans inconvénient, appliquer toutes ces conclusions aux deux cas de production d'oscillations par:

amplification intermédiaire, excitation séparée, autoexcitation.

Tout ce qui suit est basé sur l'examen des caractéristiques tant statiques que dynamiques dans les conditions d'alimentations continues envisagées. J'ai eu l'occasion de montrer plusieurs fois l'importance des secondes.

J'étudierai trois cas :

A) La tension et le courant de plaque sont sinusoïdaux ;

B) La tension de plaque seule est sinusoïdale ;

C) La tension de plaque est périodique de forme quelconque.

A) V ET J SONT SINUSOIDAUX

Pour qu'il en soit ainsi il faut :

1° Que la caractéristique présente une partie rectiligne ;

2° Que le point de fonctionnement ne quitte pas celle-ci.

D'autre part, je supposerai que le point de fonctionnement au repos est tel que, si i_s est le courant de saturation, on ait

$$i_0 = \frac{1}{2} i_s$$

i^0 étant la composante continue du courant de plaque.

Nous allons déterminer les éléments du problème. On a

$$V = v_0 - v \sin \omega t$$

et

$$J = J_0 + i \sin \omega t$$

comme nous l'avons déjà déterminé.

La puissance dépensée pour l'alimentation, en négligeant la dépense faite pour porter le filament à la température voulue, est

$$W_0 = V_0 J_0 = V_0 + \frac{1}{2} i_s$$

au maximum.

La puissance utile est

$$W_u = 1 + v \sin \omega t \times i \sin \omega t.$$

La valeur de cette donnée est, pour tout le travail du générateur, égale à

$$W_u = \frac{1}{T} \int_0^T vi \sin^2 \omega t$$

D'après ce que nous avons déjà vu, il vient

$$W_u = \frac{1}{2} vi$$

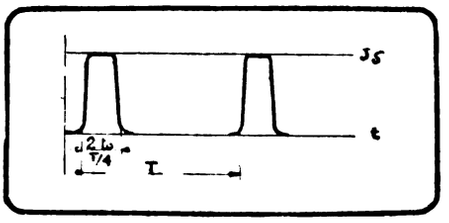


Fig. 11.

Digitized by Google

Enfin, la puissance dépensée dans la lampe est

$$W_D = \frac{1}{T}\int_0^T VJ = V_0 J_0 - \frac{1}{2} vi$$

= puissance alimentation — puissance utile.

Le rendement η est donc défini par

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{totale}} = \frac{1}{2}\frac{vi}{V_0 I_0}$$

Les valeurs maxima de v et i sont évidemment v_0 et i_0 ; la tension instantanée de plaque ne doit pas devenir négative ; le courant de plaque ne le peut normalement.

Le rendement maximum est donc de 50 0/0.

Rien ne sert de diminuer v_0 i_0 ; il faut augmenter le produit vi ou la valeur moyenne de l'intégrale représentant la puissance utile. Pour améliorer le rendement, il nous faut donc diminuer les pertes ; on va arriver à la conclusion que ceci n'est possible que si le courant de plaque n'est pas sinusoïdal.

J'ai tenu auparavant à analyser en partie l'influence des harmoniques pour montrer qu'une judicieuse répartition des constantes du circuit rayonnant, si elle était possible, permettait d'en réduire considérablement l'amplitude. Je reviendrai sur ce sujet en une note complémentaire à cet article ; c'est, en effet, une question qui trouve son application dans de très nombreux cas en radiotechnique et même, quelque extraordinaire que cela paraisse, en électrotechnique pure. Le redressement, certains changements de fréquence relèvent d'une forme analogue.

B) V SEUL SINUSOIDAL

Le point essentiel de ces remarques est que la source de plaque ne débite que pendant une partie de la période si on annule le courant en dehors de ces sections. Pour que l'amplitude du courant soit, pendant le temps où il circule, aussi grande que possible, il faut que le point de fonctionnement atteigne la région de saturation.

On peut faire en sorte (fig. 11), par un procédé qui sera précisé plus loin, que le courant de plaque n'existe que pendant un temps $2\,t_0$.

Dans ce cas, la puissance fournie par la batterie est

$$W_0 = \frac{1}{T}\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} I_s V_0\, dt$$

en effet, le point milieu du courant de plaque correspond à $\frac{T}{4}$, valeur par laquelle la tension alternative d'anode est minima, donc la tension instantanée maxima.

On a

$$\frac{1}{T}\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} I_s V_0\, dt = \frac{1}{T}\Big| I_s V_0 t \Big|_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0}$$

Cette expression devient

$$W_0 = \frac{1}{T} I_s V_0 \left[\frac{T}{4} + t_0 - \frac{T}{4} + t_0\right]$$

$$= 2\, I_s V_0 \frac{t_0}{T}$$

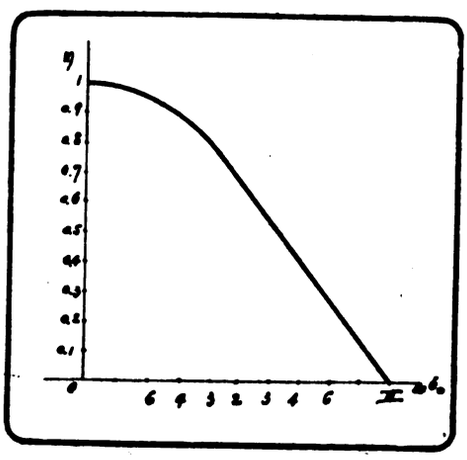


Fig. 12.

Elle augmente avec le rapport $\frac{t_0}{T}$

La puissance utile en courant alternatif est :

$$W_u = \frac{1}{T}\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} I_s V \sin \omega t\, dt$$

$$= \frac{1}{T} I_s V \left|\frac{-\cos \omega t}{\omega}\right|_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0}$$

Il vient donc

$$W_u = \frac{I}{\omega T} I_s v$$

$$\left[\cos \omega \left|\frac{T}{4} - t_0\right| - \cos \omega \left|\frac{T}{4} + t_0\right|\right]$$

Une transformation simple va nous donner la valeur de cette expression.

On a

$$\cos \omega \left|\frac{T}{4} - t_0\right| - \cos \left|\frac{T}{4} + t_0\right|$$

$$= 2 \sin \omega \frac{T}{4} \sin \omega t_0$$

mais

$$\sin \omega \frac{T}{4} = \sin \omega \times \frac{2\pi}{4} = +1$$

d'où

$$W_u = \frac{2 \sin \omega t_0}{\omega T} I_s v$$

Le rendement η est donc

$$\eta = \frac{W_u}{W_0} = \frac{2 \sin \omega t_0}{\omega T} I_s v$$

$$\times \frac{T}{t_0 \times 2\, I_s V_0} = \frac{\sin \omega t_0}{\omega t_0}\frac{v}{v_0}$$

Cette expression générale permet de calculer le rendement quel que soit $\frac{v}{V_0}$.

Supposons pour simplifier et atteindre le maximum que

$$v = v_0$$

on aura

$$\eta = \frac{\sin \omega t_0}{\omega t_0}$$

Il semble intéressant de construire la courbe

$$\eta = f\,(t_0)$$

pour une pulsation donnée. On remarquera aussi que, toutes autres considérations mises à part, la variation est la même si, t_0 restant fixe, on augmente la fréquence de travail. Le tableau ci-dessous indique la variation :

ωt_0	t_0	$\sin \omega t'_0$	η	observations
0	0	0	1	$t_0 = 0$ derniers sinus = 1
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{T}{12}$	0,5	$\frac{3}{\pi} = 0,96$	
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{T}{8}$	0,70	0,89	
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{T}{6}$	0,87	0,83	
$\frac{\pi}{2}$	$\frac{T}{4}$	1	0,64	
$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{T}{3}$	0,87	0,42	
π	$\frac{T}{2}$	0	0	

Digitized by Google

La figure 12 représente la courbe en question. Le rendement est donc facilement supérieur à 50 0/0. Une remarque est peut-être déjà venue à l'esprit du lecteur ; je ne veux pas la spécifier maintenant, mais la reprendrai après avoir traité le cas général suivant.

Pour réaliser une courbe de courant de plaque comme celle que nous envisageons ici, il suffit de polariser la grille assez négativement pour que son intensité soit normalement nulle, mais que la tension maxima amène la production du courant de saturation. Il y a intérêt à avoir une grande pente. Voir la figure 13.

c) U ET V PÉRIODIQUES QUELCONQUES

Dans le cas où on a un circuit oscillant dans la plaque, la tension alternative de cette électrode a, comme nous le verrons d'autre part, toujours tendance à être sinusoïdale. Si on a une pure résistance ohmique, il n'en est plus de même. Ceci tient à ce que les amplitudes des courants de diverses fréquences sont conservées, donc l'allure de la courbe fondamentale, tandis que dans un circuit oscillant, les fréquences élevées passent plus facilement par la capacité comme on l'a déjà vu.

Supposons qu'alors le courant de plaque ait la forme de la figure 14, forme aisément atteinte en prenant le point de fonctionnement au milieu de la partie droite de la caractéristique et en s'arrangeant pour qu'il atteigne, grâce à une grande amplitude maxima de la tension de grille, complètement les régions de saturation et de courant nul.

Dans ce cas, la tension de plaque a exactement la même allure mais est en opposition de phase ; mais intercaler une résistance ohmique ne nous conduit à rien au point de vue pratique.

Que se passe-t-il quand on met un circuit oscillant ? La courbe s'arrondit un peu et les parties verticales s'infléchissent, mais l'allure générale reste la même. Nous verrons plus loin comment on peut parvenir à ce résultat.

Nous allons étudier successivement le courant et ensuite la tension alternative de plaque. On peut analyser la courbe de la figure 14 comme nous l'avons vu précédemment ; mais, seule, la forme nous intéresse.

L'examen de la courbe nous montre suivant les conclusions qu'il n'y aura :

a) que des termes en sinus ;

b) des fréquences impaires seules.

Je répète que le rappel des périodicités des lignes trigonométriques simplifie beaucoup le problème.

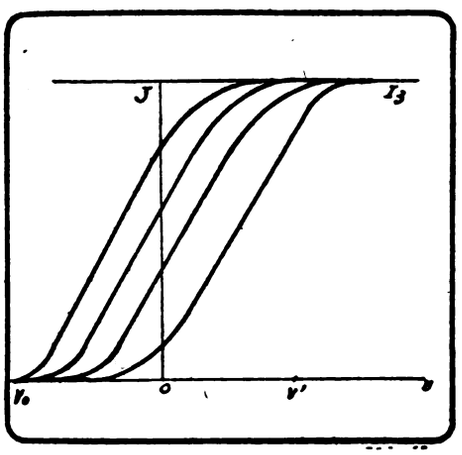


Fig. 13.

On a donc, comme valeur du courant de plaque

$$J = J_0 + J_1 \sin \omega t \ldots . + + J_{n+1} \sin (n+1)\, \omega t,$$

n étant pair.

Nous avons vu que l'amplitude des harmoniques est de la forme :

$$J_{n+1} = \frac{2}{T} \int_0^T J \sin (n+1)\, \omega t\, dt$$

Pour faire la sommation d'un harmonique de rang p, on aura donc

$$J_p = \frac{2}{T} \int_0^T J \sin p\, \omega t\, dt$$

Le calcul de cette expression se fait en remarquant que l'amplitude est nulle pendant $\frac{T}{2}$; il suffit donc de la déterminer pendant $\frac{T}{2}$; d'autre part, on a évidemment

$$J = I_s ;$$

d'où

$$J_p = \frac{2}{T} I_s \int_0^{\frac{T}{2}} \sin p\, \omega t\, dt$$

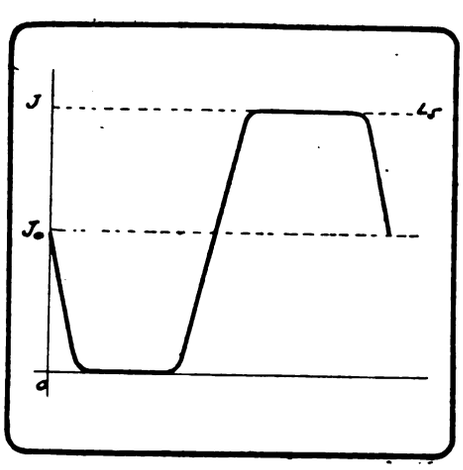


Fig. 14.

Pour

$$p = 1,$$

c'est-à-dire sur l'oscillation fondamentale, il vient

$$J_1 = \frac{2}{T} I_s \int_0^{\frac{T}{2}} \sin \omega t\, dt$$

$$= \frac{2}{T} I_s \left| -\frac{\cos \omega t}{\omega} \right|_0^{\frac{T}{2}} = \frac{2}{T} I_s \times \frac{2}{\omega}$$

mais

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

d'où

$$J_1 = \frac{2\omega}{2\pi} I_s \frac{2}{\omega} = I_s \times \frac{2}{\pi}$$

successivement on aura

$$J_3 = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} I_s \sin 3\omega t\, dt$$

$$= \frac{2}{T} I_s \frac{1}{3\omega} \int_0 \left| -\cos 3\omega t \right|_0^{\frac{T}{2}}$$

$$= \frac{2}{T} I_s \frac{1}{3\omega} \times 2$$

$$J_3 = \frac{2}{3\pi} I_s = \frac{J}{3}$$

On aura de même

$$J_5 = \frac{2}{5\pi} I_s = \frac{J}{5} \qquad J_n = \frac{2}{n\pi} I_s = \frac{I_s}{n}$$

Par suite, la valeur maxima de J est

$$j = \frac{1}{2} I_s + \frac{2}{\pi} I_s + \frac{2}{3\pi} I_s + \ldots .$$

$$j = I_s \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} + \frac{2}{3\pi} + \ldots . + \frac{2}{n\pi} \right)$$

La valeur moyenne, celle de tous les termes trigonométriques étant nulle, est

$$| J | = J_0 = \frac{1}{2} I_s$$

Nous allons maintenant calculer la tension. J'ai dit que celle-ci était définie par

$$V = V_0 - v\, f(t)$$

Deux cas sont à considérer :

1° On n'a dans le circuit de plaque qu'une résistance ohmique ; la tension de plaque a la même forme que le courant de plaque ; c'est le premier problème que nous étudierons.

Comme je l'ai dit, ceci correspond à un cas limite car,

2° Quand on a un circuit oscillant (2e cas étudié) la résistance apparente n'est ohmique que dans le cas où, seule, la fréquence propre du circuit est utilisée, ce qui est impossible dans le cas présent où elle est suivie d'un cortège d'harmoniques.

Digitized by Google

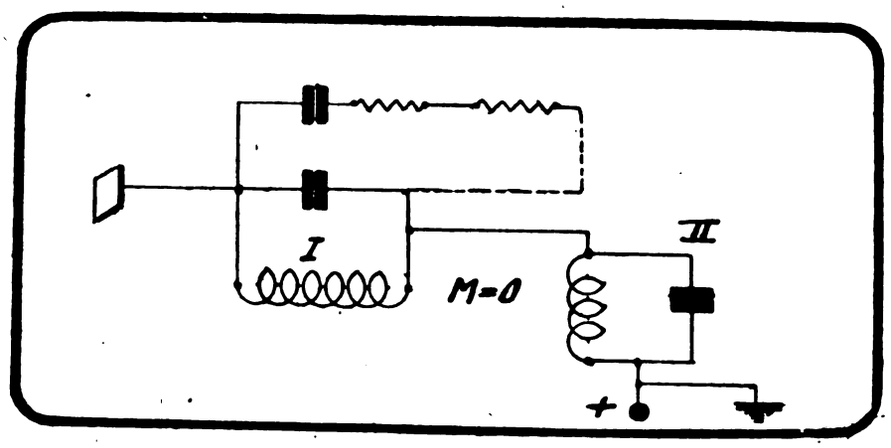


Fig. 15.

Dans le premier cas, on a une tension ayant la même forme que le courant, mais en opposition de phase avec lui ; ces conceptions restent applicables, dans le second cas, à l'onde fondamentale ou, plus exactement, à celle sur laquelle le circuit oscillant est accordé. Ceci sera développé un peu plus loin. On aura donc :

$$V = V_0 + v_1 \sin \omega t \ldots\ldots + V_{n+1} \sin (n+1)\,\omega t$$

étant entendu que toutes les remarques faites pour J sont applicables à V.

En opérant de la même manière, on trouve :

$$V_n = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v \sin n\omega t \, dt$$

Successivement, il viendra :

$$V_1 = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v \sin \omega t \, dt$$

On remarquera, comme nous l'avons déjà vu, qu'on a au maximum (fig. 16)

$$V = 2 V_0$$

Il vient donc

$$V_1 = \frac{4}{T} V_0 \int_0^{\frac{T}{2}} \sin \omega t \, dt$$

$$= \frac{2}{T} 2 V_0 \frac{2}{\omega} = \frac{2}{\frac{2\pi}{\omega}} \times \frac{2}{\omega} 2 V_0 = \frac{4}{\pi} V_0$$

Puis

$$V_3 = \frac{4}{3\pi} V_0$$

$$V_n = \frac{4}{n\pi} V_0$$

La puissance totale débitée par la batterie pour la formation de tous les courants est

$$W_0 = \frac{1}{2} V_0 I_s$$

Ceci constitue un maximum.

Ici se pose une question que j'ai sous-entendue précédemment : on va bien augmenter le rendement, mais en produisant des oscillations inutiles que va-t-il en résulter ?

La puissance utile, celle correspondant à la production de l'onde fondamentale, est

$$W_{u1} = \int_0^T V_1 \sin \omega t \times I_1 \sin \omega t$$

$$= V_1 I_1 \int_0^T \sin^2 \omega t \, dt = \frac{1}{2} V_1 I_1$$

qu'en tenant compte des valeurs trouvées :

$$W_{u1} = \frac{1}{2} v_1 i_1 = \frac{1}{2} \frac{4}{\pi} v_0 \times \frac{2}{\pi} i_s = \frac{4}{\pi^2} V_0 I_s$$

d'où un rendement

$$\eta_1 = \frac{W_{u1}}{W_0} = \frac{\frac{4}{\pi^2} v_0 i_s}{\frac{1}{2} v_0 i_s} = \frac{8}{\pi^2} = 80\ \%$$

Qu'en tenant compte de la fondamentale, on a donc un gain important.

Quelle est l'importance de la puissance perdue dans la production des harmoniques ? Elle ressort comme égale à

$$W_{uT} = \Sigma \left| \frac{1}{T} \int_0^T v_n i_n \sin^2 n\omega t \, dt \right|_{n=\infty}^{n=3}$$

On a donc

$$W_{uT} = \Sigma \left| \frac{1}{2} v_n i_n \right|_{n=\infty}^{n=3} = \frac{1}{2} \left| \Sigma v_n i_n \right|_{n=\infty}^{n=3}$$

La forme de $V_n I_n$ est

$$V_n I_n = \frac{4}{n\pi} V_0 \times \frac{2}{n\pi} I_s = \frac{8}{n^2 \pi^2} V_0 I_s$$

Le rendement correspondant aux oscillations est

$$\eta_n = \frac{1}{2} \frac{V_n I_n}{V_0 I_0} = \frac{V_n I_n}{V_0 I_s}$$

$$= \frac{8}{n^2 \pi^2} \frac{V_n I_s}{V_0 I_s} = \Sigma \left| \frac{8}{n^2 \pi^2} \right|_{n \pm \text{impair de 1}}^{\infty}$$

Finalement, on a comme valeur du rendement total

$$\eta_n = \frac{8}{\pi^2} \Sigma \left| \frac{1}{n^2} \right|_{n \text{ impair}} = 0{,}8\, \Sigma_1$$

en posant

$$\Sigma_1 = \Sigma \left| \frac{1}{n^2} \right|_{n \text{ impair}}$$

$$= \frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \ldots\ldots + \frac{1}{n^2}$$

Cette série est convergente. En se limitant aux trois premiers termes, on a

$$\Sigma_1 = \frac{1^2}{1} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2}$$

$$= 1 + 0{,}11 + 0\,04 = 1{,}15$$

Le rendement des trois premières oscillations est donc

$$\eta_3 = 0{,}8 \times 1{,}15 = 0{,}92$$

La perte est donc de 12 0/0.

Ce cas est essentiellement théorique, comme nous allons le voir.

Dans le second cas, la tension n'a plus la même forme que le courant ; les remarques suivantes éclairent la situation qui est beaucoup plus complexe. Etant donné les conclusions du premier cas, nous limiterons nos recherches aux trois premières oscillations. L'amplitude de l'harmonique 5 est égal au cinquième du courant fondamental. Plus loin, à l'harmonique 7, on peut, au moins en première approximation, négliger les termes.

Comment va se créer la tension de plaques ? Tout d'abord, la décomposition du courant de plaque ne change pas ; nous supposerons pour cela que la tension d'excitation sera toujours suffisante pour que le point de fonctionnement atteigne largement les régions incurvées de la caractéristique. Comment variera la tension de plaque?

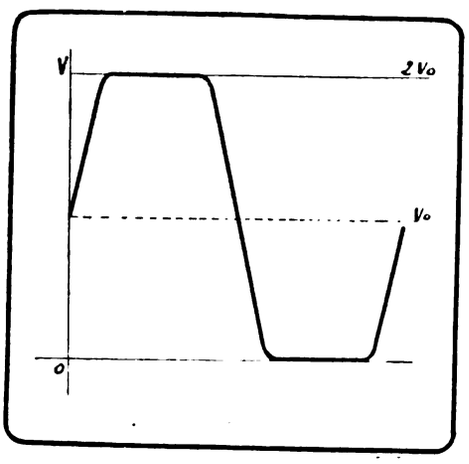


Fig. 16.

Digitized by Google

L'analyse de ce cas est particulièrement intéressante car elle correspond à une réalisation. Considérons la figure 15 ; celle-ci comprend, en série dans le circuit de plaques, deux circuits oscillants.

1° Le premier I est accordé sur l'oscillation fondamentale à rayonner ; il peut être composé en partie par le système rayonnant employé.

L'impédance de cet ensemble $L_1C_1R_1$ est équivalente à une résistance apparente ohmique (pour la pulsation ω) :

$$r_1 = \frac{L_1}{R_1 C_1}$$

suivant un calcul que j'ai souvent eu l'occasion de faire.

L'impédance imaginaire est

$$Z_1 = \frac{L_1}{C_1} \frac{1}{R_1 + j\left(L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}\right)}$$

A la résonance, c'est-à-dire quand l'excitation a lieu sur une fréquence égale à la fréquence propre, on a bien

$$Z_1^1 = r_1 = \frac{L_1}{R_1 C_1}$$

Pour l'harmonique 3 où

$$\omega' = 3\omega$$

on aura

$$Z_1^3 = \frac{L_1}{C_1} \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega' - \frac{1}{C_1\omega'}\right)^2}}$$

d'autre part on a :

$$L_1 C_1 \omega^2 = 1$$

d'où

$$L_1 C_1 \omega'^2 = 9$$

Enfin

$$Z_1^3 = \frac{L_1}{C_1} \frac{1}{\sqrt{R_1^2 C_1^2 \omega'^2 + (L_1 C_1 \omega'^2 - 1)}}$$

$$\times C_1\omega' = L_1\omega' \frac{1}{\sqrt{R_1^2 C_1^2 \omega'^2 + 8}}$$

2° Le second circuit II, sans induction mutuelle avec le premier, est à la résonance sur l'harmonique 3 ; on a donc

$$L_2 C_2 \omega'^2 = 1$$

et

$$Z_2^3 = \frac{L_2}{R_2 C_2}$$

Les lettres Z_n^m représentent les impédances réelles pour un circuit oscillant n et un harmonique de rang m.

On aura, sur l'oscillation fondamentale

$$Z_2^1 = L_1\omega \frac{1}{\sqrt{R_2^2 C_2^2 \omega^2 - 0{,}9}}$$

puisque

$$L_2 C_2 \omega'^2 = 1 = L_2 C_2 9\omega^2$$

$$L_2 C_2 \omega^2 = -1 + \frac{1}{9} = -0{,}9$$

Les valeurs des amplitudes des différents harmoniques sont les mêmes que dans le cas précédent.

Une analyse rapide montre que, dans un tel ensemble, où la fondamentale et l'harmonique 3 sont isolés, on obtient une courbe de tension à allure presque rectangulaire.

Pour la pulsation fondamentale, l'intensité est $J_1 \sin \omega t$, l'impédance du circuit total est

$$Z^1 = Z_1^1 + Z_2^1 = \frac{L_1}{R^1 C_1} + L_2\omega \frac{1}{\sqrt{R_2^2 C_2^2 \omega^2 + 0{,}9}}$$

pour l'harmonique 3, on aura de même :

$$Z^3 = Z_1^3 + Z_2^3 = L_1\omega' \frac{1}{\sqrt{R_1^2 C_1^2 \omega'^2 + 8}} + \frac{L_2}{R_2 C_2}$$

Quelle est la tension que nous allons obtenir ?

Pour les fréquences de résonance, dans chaque circuit, le courant est en phase avec la tension produite aux bornes puisque

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$$

Ces termes n'interviennent pas.

Au contraire, les termes Z_1^3 et Z_2^1 vont introduire un déphasage entre courant et tension.

Soient

φ_1 le déphasage entre courant et tension fondamentale dû à Z_2^1.

φ_3 le déphasage entre courant et tension harmonique dû à Z_1^3.

(On se rend compte de la complexité de cette analyse si on voulait employer les n termes du développement.)

On remarque de suite que φ_1 correspondant à une fréquence supérieure à la fondamentale, est en arrière du courant en phase et φ_2 est au contraire positif.

Les angles de phase sont tels que

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{L_2 C_2 \omega^2 - 1}{R_2 C_2 \omega} = \frac{-0{,}9}{R_2 C_2 \omega}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{L_1\omega' - \frac{1}{C_1\omega'}}{R_1} = \frac{L_1 C_1 \omega'^2 - 1}{R_1 C_1 \omega'}$$

$$= \frac{8}{R_1 C_1 \omega'} = \frac{8}{R_1 C_1 \times 3\omega}$$

$$= \frac{8}{3} \frac{1}{R_1 C_1 \omega}$$

On n'aurait égalité entre les déphasages que lorsque

$$\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_3$$

$$\varphi_1 = \varphi_3$$

$$\frac{-0{,}9}{R_2 C_2 \omega} = \frac{8}{3} \frac{1}{R_1 C_1 \omega}$$

ou

$$8 R_2 C_2 + 2{,}7 R_1 C_1 = 0$$

D'après ce que j'ai dit de la tension de plaque, on aura donc

$$V = V_0 + V_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + V_3 \sin(3\omega t + \varphi_3) + \ldots$$

où

$$V_1 + Z^1 J_1$$

et

$$V_3 + Z^3 J_3$$

On ne peut faire, par suite de la présence des angles de phase, une analyse analogue à celle des cas précédents ; mais on a :

$$V = V_0 + Z^1 J_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + Z^3 J_3 \sin(3\omega t + \varphi_3)$$

L'examen des propriétés des courants alternatifs conduit facilement à cette relation.

Je rappelle qu'on a trouvé

$$J_1 = \frac{2}{\pi} I_s$$

$$J_3 = \frac{2}{3\pi} I_s$$

Le raisonnement serait le même pour n circuits et n harmoniques, mais sa complexité est hors de proportion avec le résultat atteint.

La puissance fournie par la source de plaque — en négligeant la puissance dépensée pour le chauffage du filament, ce qui n'est donc que très approché — est

$$W_0 = \frac{1}{2} V_0 I_s$$

comme précédemment.

D'autre part, le raisonnement relatif à V est valable et le maximum de cette valeur est

$$V = 2 V_0$$

l'intégration étant, comme je l'ai montré, faite de 0 à $\frac{T}{2}$

La puissance totale obtenue est

$$W_{uT} = \frac{1}{T} \int_0^T V_n \sin (n\omega t + \varphi_n) J_n \sin n\omega t \, dt.$$

Digitized by Google

Mais

$$V = V_0 + Z^1 J_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + Z^3 J_3 \sin(3\omega t + \varphi_3)$$
$$J = I_0 + J_1 \sin \nu t + J_3 \sin 3\omega t$$

on a

$$I_0 = \frac{1}{2} I_s$$

La puissance utile est donc

$$W_{uT} = \frac{1}{T}\int_0^T V_1 \sin(\omega t + \varphi_1) J_1 \sin \omega t\, dt + \frac{1}{T}\int_0^T V_3 \sin(3t + \varphi_3) J_3 \sin 3\omega t\, dt$$

Nous allons calculer ces intégrales en se souvenant que l'on a

$$V_1 = Z_1 J_1 \qquad V_n = Z^n J_n$$

On a donc entre les limites 0 et T

$$\frac{1}{T}\int_0 Z^1 J_1^2 \sin \omega t \sin(\omega t + \varphi_1)\, dt = \frac{Z^1 J_1^2}{T}\int_0^T \sin \omega t \sin(\omega t + \varphi_1)\, dt$$

On a

$$\sin \omega t \sin(\omega t + \varphi_1) = \frac{1}{2}\left[\cos(-\varphi_1) - \cos(2\omega t + \varphi_1)\right]$$

Mais

$$\int_0^T \cos(-\varphi_1)\, dt = \cos(-\varphi_1) T = T \cos \varphi_1$$

$$\int_0^T \cos(2\omega t + \varphi_1)\, dt = \int_0^T \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \cos \varphi_1\, dt + \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{2\omega} \sin \varphi_1\, dt = 0$$

Finalement, il vient

$$\frac{1}{T}\int_0^T Z^1 J_1^2 \sin \omega t \sin(\omega t + \varphi_1)\, dt = \frac{1}{T} Z^1 J_1^2 \frac{T}{2} \cos \varphi_1 = \frac{Z_1 J_1^2}{2} \cos \varphi_1$$

De même on a :

$$\sin 3\omega t \sin(3\omega t + \varphi_3) = \frac{1}{2}\left[\cos(-\varphi_3) - \cos(6\omega t + \varphi_3)\right]$$

et

$$\cos(6\omega t + \varphi_3) = \sin 6\omega t \cos \varphi_3 + \cos 6\omega t \sin \varphi_3$$

Le terme général donnerait donc

$$\sin n\omega t \sin(n\omega t + \varphi_n) = \frac{1}{2}\left[\cos(-\varphi_n) - \cos(2 n\omega t + \varphi_n)\right]$$

et

$$\cos(2 n\omega t + \varphi_n) = \sin 2 n\omega t \cos \varphi_n + \cos 2n \omega t \sin \varphi_n$$

L'intégrale générale est

$$\frac{Z^n J_n^2}{T}\int_0 \sin n\omega t \sin(n\omega t + \varphi_n)\, dt = \frac{Z^n J_n^2}{2} \cos \varphi_n$$

Ce sont là les formules connues du courant alternatif.

On a donc

$$W_{uT} = (Z^1 J_1^2 \cos \varphi_1 + Z^3 J_3^2 \cos \varphi_3) \frac{1}{2}$$

ou encore

$$W_{uT} = Z^1 \frac{2}{\pi^2} I_s^2 \cos \varphi_1 + Z^3 \frac{2}{9\pi^2} I_s^2 \cos \varphi_3 = \frac{2}{\pi^2} I_s^2 \left[Z^1 \cos \varphi_1 + \frac{1}{9} \cos \varphi_3 Z^3\right]$$

La formule de rendement est

$$W_{uT} \frac{2}{\pi^2} I_s^2 \Sigma \frac{1}{n^2} Z^n \cos \varphi_n$$

Dans le cas précédent où

$$\cos \varphi_n = 1$$

on a bien

$$W_{uT} = \frac{Z^1 J_1^2 + Z^3 J_3^2}{2} = \frac{V_1 J_1}{2} + \frac{V_3 J_3}{2}$$

ce qui redonne les résultats obtenus.

Le rendement est

$$\eta = \frac{2}{\pi^2} I_s^2 \left(Z^1 \cos \varphi_1 + \frac{1}{9} \cos \varphi_3 Z^3\right)$$
$$\times \frac{2V}{V_0 I_s} = \frac{4 I_s}{\pi^2 V_0}\left(Z^1 \cos \varphi_1 + \frac{1}{9} \cos \varphi_3 Z^3\right)$$

Si

$$\cos \varphi_n = 1$$

il vient avec

$$Z^1 I_s = V_1 \quad \frac{Z^3 I_s}{9} = V_3$$
$$V = V_1 + V_3 = 2 V_0$$
$$\eta = \frac{4}{\pi^2} V_0 (V_1 + V_3) = \frac{4}{\pi^2} \frac{2 V_0}{V} = \frac{8}{\pi}$$

résultat obtenu précédemment

L'expression générale de η est délicate à étudier ; on peut remarquer que la limite est $\frac{8}{\pi^2}$ et que

1) φ_1 est voisin de 1 car $R_1 C_1$ est petit ; on a pu donc écrire

$$\cos \varphi_1 \cong 1$$

2) que φ_3 est aussi petit, donc

$$\cos \varphi_3 \cong 1 \text{ et}$$

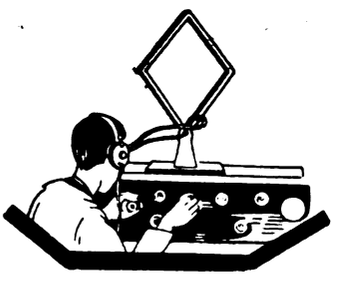
Le cas se ramène, en première approximation, au cas précédent.

CONCLUSION

De cet article, il faut retenir :

1° Qu'une courbe périodique s'analyse mathématiquement ; il est intéressant de remarquer que souvent cette interprétation peut aussi, par des résonateurs appropriés, être faite expérimentalement ;

2° Qu'un générateur a un rendement qui peut sensiblement être amélioré par un agencement convenable des circuits, sans que la qualité soit atteinte... au moins quant à la qualité de l'onde porteuse. Nous verrons prochainement ce que ces considérations deviennent en pratique.



Digitized by Google

ÉTUDE ÉLÉMENTAIRE DU FONCTIONNEMENT DES DIFFÉRENTS MONTAGES CHANGEURS DE FRÉQUENCE

I. GÉNÉRALITÉS

1° Position du problème. — La T. S. F., dans ses débuts, employait uniquement des longueurs d'onde de l'ordre du kilomètre. Les postes radiotéléphoniques les plus anciens, comme la tour Eiffel et Radio-Paris, utilisent encore aujourd'hui des longueurs d'onde de 1.446 mètres et 1.724 mètres. Le temps n'est pas si loin où la Tour émettait sur 2.650 mètres et certains postes radiotélégraphiques emploient toujours des ondes de 3.000 mètres. Pour ces grandes longueurs d'onde, on avait mis au point des amplificateurs spéciaux : blocs amplificateurs H. F. à résistance (Brillouin et Beauvais) ; à selfs apériodiques, à résonance (type C-119).

Puis les amateurs — à qui on avait « abandonné » les ondes courtes — surent mettre en évidence toutes les possibilités des longueurs d'onde de l'ordre de 100 mètres. C'est alors que les essais de liaison France-Amérique montrèrent l'inefficacité des amplificateurs H. F. pour ces fréquences si élevées : un Reinartz (1re manière, 2e manière, etc...) n'était jamais précédé d'une lampe H. F. C'est qu'en effet les capacités entre les électrodes des lampes et les fils de connexion sont suffisantes — aussi petites qu'on cherche à les faire — pour transmettre directement — et par suite sans amplification — les courants dont la fréquence correspond à des longueurs d'onde de 200 mètres et au-dessous.

On eut alors l'idée de diminuer localement la fréquence de l'onde reçue de façon que l'amplification agisse sur une longueur d'onde plus grande que celle du poste émetteur. On sait que toute réception des signaux radiotélégraphiques suppose un abaissement de la fréquence de l'onde reçue au point de la faire entrer dans le domaine des fréquences audibles. Cet abaissement de la fréquence était produit, au début, par une hétérodyne locale dont les oscillations « battaient » avec les oscillations incidentes. Il est toujours produit aujourd'hui par une lampe dite « détectrice autodyne » (Reinartz Schnell, Bourne, etc...) qui fait à la fois fonction de détectrice et d'hétérodyne. Divers expérimentateurs (depuis Magui-1912 — jusqu'à Schottky en passant par Laüt, L. Lévy et Godley) eurent l'idée de ne pas abaisser la fréquence incidente jusqu'à la rendre audible (16 à 36.500) mais jusqu'à une valeur voisine de 60.000 et de l'amplifier ensuite par les procédés courants, qui donnaient toutes satisfactions sur cette zone de fréquence, avant de la détecter.

C'est ainsi que Godley, en 1922, recevait en Irlande des messages transmis d'Amérique sur 100 à 200 mètres de longueur d'onde. Il employait un amplificateur à résistance qui agissait non pas sur la fréquence reçue (2.000.000), mais sur celle obtenue à l'aide de la détectrice-hétérodyne (100.000). Ce courant amplifié était ensuite rendu audible en abaissant sa fréquence à l'aide d'une seconde détectrice-hétérodyne. Le montage s'appelait alors « poste à double hétérodyne ». Il fut mis dans le commerce sous le nom de « super-hétérodyne ».

Ainsi l'origine des postes appelés aujourd'hui « changeurs de fréquence » réside dans l'impossibilité d'amplifier convenablement les ondes à fréquence élevée. A l'origine ils étaient donc employés à la réception des ondes courtes. Mais comme par la suite on leur reconnut des qualités de puissance, de sensibilité et de sélectivité supérieures à celles des autres postes récepteurs, on les employa pour toute la gamme des fréquences utilisée en radiotéléphonie.

Nous avons vu apparaître ainsi le changement de fréquence par battement. On emploie de plus en plus actuellement le changement de fréquence dit par « modulation » qui se rattache plus ou moins à des phénomènes de « stroboscopie ».

Aussi, avant d'aller plus loin, il est nécessaire de connaître — au moins dans ce qu'ils ont de plus simple — ces trois phénomènes physiques.

2° Quelques notions préliminaires. — Nous allons voir successivement la Stroboscopie, les Battements et la Modulation. Une théorie complète de ces phénomènes exige un attirail mathématique déjà important, comme la connaissance du calcul intégral et la résolution d'équations différentielles du second ordre. Nous pensons préférable d'essayer de donner les conclusions auxquelles arrivent les techniciens en les expliquant à l'aide de notions mathématiques ne dépassant pas l'algèbre élémentaire et les premières notions de trigonométrie.

A) *Quelques formules de trigonométrie.* — Parmi toutes les formules mathématiques que l'on étudie au lycée ce sont peut-être celles de trigonométrie qui s'oublient le plus vite.

Aussi croyons-nous bon de rappeler quelques-unes d'entre elles. Nous aurons à développer le sinus d'une somme ou d'une différence de deux angles.

1) $\sin(a + b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$

2) $\sin(a - b) = \sin a \cos b - \sin b \cos a$

et aussi

3) $\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

4) $\cos(a - b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$

Les formules relatives aux sommes aux différences de sinus et cosinus ne seront pas toutes utiles. Rappelons uniquement que :

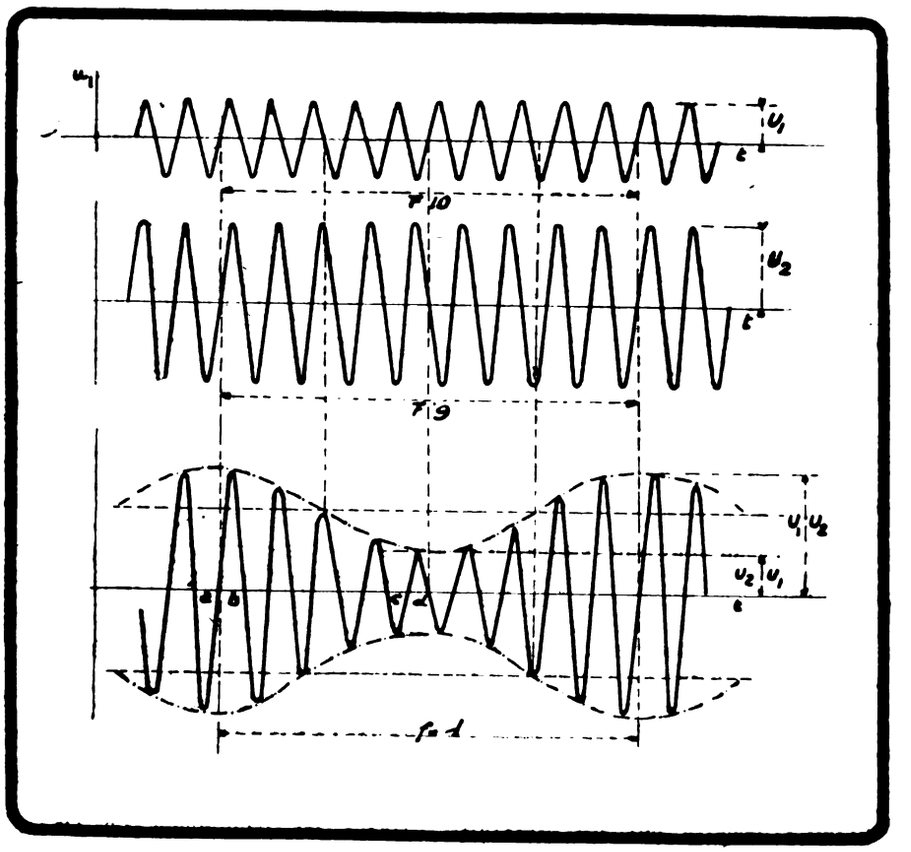
5) $2 \sin a \sin b = \cos(a-b) - \cos(a+b)$

et enfin que

6) $\cos a^2 - \sin^2 a = \cos 2a$.

B) *La Stroboscopie.* — On trouvera dans le *Q S T* de décembre tout un article sur cette question. On y envisage le phénomène stroboscopique d'abord dans ce qu'il a de plus simple (synchronisme), puis dans le cas général ce qui permet tout en conservant le même principe — une extension à toutes les évolutions représentées par une loi sinusoïdale. Donnons la con-

Digitized by Google



Battement entre $\begin{cases} u_1 = 1 \sin 20\pi t \\ u_2 = 2 \sin 18\pi t \end{cases} \rightarrow u = \sqrt{5 + 4\cos 2\pi t} \sin\left[18\pi t + \text{Arc tg}\left(\frac{1}{3} \text{tg}\, \pi t\right)\right]$

Fig. 1.

clusion : la stroboscopie d'un phénomène périodique de fréquence F par un phénomène périodique de fréquence F'' fournit, dans un récepteur approprié, un autre phénomène périodique de fréquence égale, en valeur absolue, à la différence des fréquences :

$$f = | F - F' |$$

On utilisera ces résultats, non seulement dans l'explication du strobodyne mais encore dans celle des radiomodulateurs et de la bigrille changeuse de fréquence.

c) *Les Battements.* — Comme pour la stroboscopie, envisageons deux mouvements sinusoïdaux de périodes peu différentes.

On a

$$\frac{1}{T} = F \quad \frac{1}{T} = F'$$

avec

$$| F' - F | = f$$

Les deux vibrations sinusoïdales s'écrivent alors :

$$u_1 = U_1 \sin 2\pi F t$$
$$u_2 = U_2 \sin 2\pi F' t$$

en prenant pour origine des temps un des moments où elles sont en phases.

En acoustique, ces lois pendulaires vont représenter les vibrations auxquelles sont soumises les molécules d'air par exemple. En électricité ce sera les vibrations de l'électricité dans un conducteur, c'est-à-dire qu'elles représenteront les lois de variations de deux courants. Ainsi u_1 et u_2 sont des élongations, des tensions ou des intensités de courant.

Si nous dirigeons simultanément ces deux évolutions dans un même organe récepteur (masse d'air, circuit électrique) ils vont ajouter leurs effets. A l'instant t l'élongation résultante sera :

$$u = U_1 \sin 2\pi F t + U_2 \sin 2\pi F' t$$

Or F et F' ne différant que par une quantité très petite f, on peut dire — à l'approximation qui correspond au rapport $\frac{f}{F}$, que les deux oscillations u_1 et u_2 ont même fréquence.

Autrement dit on peut poser :

$$F = F_1 + \frac{f}{2}$$

$$F' = F_1 - \frac{f}{2}$$

et écrire

$$u_1 = U_1 \sin (2\pi F_1 t + \pi f t)$$
$$u_2 = U_2 \sin (2\pi F_1 t - \pi f t)$$

en faisant entrer $\pi f t$ dans la phase du mouvement. On met ainsi en évidence deux vibrations de même fréquence F_1 et de différence de phase lentement (1) variable avec le temps.

On sait, d'autre part, que la somme de deux fonctions sinusoïdales de fréquence F_1 est une fonction sinusoïdale ayant aussi la fréquence F_1. La vibration résultante u est donc de la forme :

$$u = U \sin (2\pi F_1 t + \Phi)$$

Pour déterminer U et Φ, écrivons que les deux expressions de u sont identiques.

$$U_1 \sin (2\pi F_1 t + \pi f t) + U_2 \sin (2\pi F_1 t - \pi f t) = U \sin (2\pi F_1 t + \Phi)$$

En développant les deux membres suivant la formule (1) il vient

$$(U_1 + U_2) \sin 2\pi F_1 t \cos \pi f t + (U_1 - U_2) \sin \pi f t \cos 2\pi F_1 t = U \sin 2\pi F_1 t \cos \Phi + U \cos 2\pi F_1 t \sin \Phi$$

Pour écrire l'identité, égalons les coefficients de $\sin 2\pi F_1 t$ et $\cos 2\pi F_1 t$

$$(U_1 + U_2) \cos \pi f t = U \cos \Phi$$
$$(U_1 - U_2) \sin \pi f t = U \sin \Phi$$

En divisant la deuxième expression par la première, on a immédiatement

$$\text{tg}\, \Phi = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} \text{tg}\, \pi f t$$

ce qui détermine Φ.

En élevant les deux membres de chaque expression au carré, et en ajoutant, on obtient, en tenant compte de la relation trigonométrique fondamentale :

$$\sin^2 a + \cos^2 a = 1$$

ainsi que de la formule (6) :

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 U_2 \cos 2\pi f t$$

Ainsi le carré de l'amplitude de l'oscillation résultante est égal à la somme des carrés des amplitudes des oscillations composantes plus un terme

(1) *Lentement, puisque f est petit.*

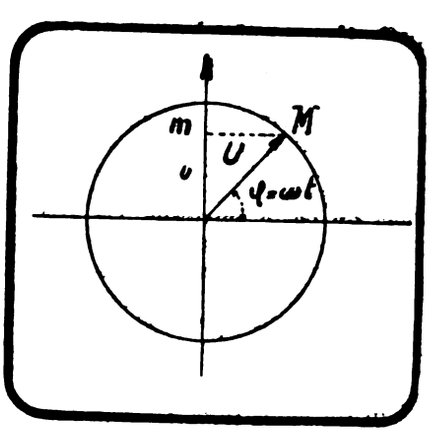
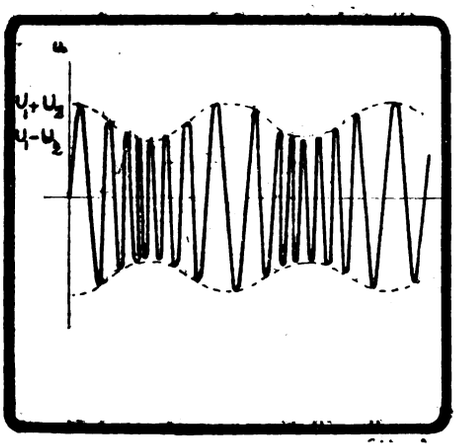


Fig. 2.

Digitized by Google



$$U_1\left(\text{fréq. } F_1+\frac{f}{2}\right) > U_2\left(\text{fréq. } F_1-\frac{f}{2}\right)$$

Fig. 3.

périodique qui est une fraction sinusoïdale du temps.

Il passe par un maximum lorsque le terme sinusoïdal est maximum, c'est-à-dire

$$\cos 2\pi ft = 1$$

$$t=\frac{2K\pi}{2\pi f}=\frac{K}{f}$$

K étant un nombre entier.

Ces maxima d'amplitude sont :

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2$$

c'est-à-dire

$$U = U_1 + U_2$$

Le carré de l'amplitude passe par un minimum lorsque

$$\cos 2\pi ft = -1$$

c'est-à-dire

$$t=\frac{(2K+1)\pi}{2\pi f}=\frac{K}{f}+\frac{1}{2f}$$

Les minima ont pour valeur

$$U^2 = (U_1 - U_2)^2$$

c'est-à-dire

$$U = |U_1 - U_2|$$

Donnons à K la valeur de deux nombres entiers consécutifs, on obtient le temps qui sépare deux maxima ou deux minima:

$$\tau = \frac{1}{f}$$

Ce résultat montre que la fréquence à laquelle se succèdent les maxima d'amplitude (maxima maximorum de la fonction u) est justement égale à f différence des fréquences F et F' des deux mouvements composants.

Cette succession à la fréquence f des maxima $(U_1 + U_2)$ et des minima $(U_1 - U_2)$ des amplitudes maximum composantes U_1 et U_2 constitue le phénomène de « battement ».

La figure (1) représente la composition de 2 fonctions sinusoïdales dont le rapport des amplitudes est 1 à 2. La première a pour fréquence 10 et la seconde la fréquence 9. Quoique la différence f (ici 1) ne soit pas petite vis-à-vis de F (ici 10), nous avons construit la courbe résultante suivant les indications du calcul précédent. On remarquera toutefois que la fréquence F_1 du mouvement u n'est pas 9,5 comme le voudrait la théorie précédente, si elle s'appliquait pour un rapport $\frac{f}{F}$ aussi grand. Le graphique lui impose la fréquence 9 qui est celle du mouvement de plus grande amplitude. Cette « anomalie » sera expliquée plus loin.

On a dessiné en trait mixte une courbe joignant tous les maxima de

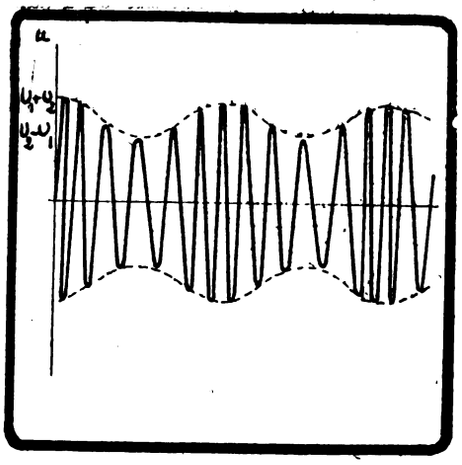


Fig. 4.

$$U_1\left(\text{fréq. } F_1+\frac{f}{2}\right) < U_2\left(\text{fréq. } F_1-\frac{f}{2}\right)$$

l'oscillation U, et une autre joignant tous les minima. C'est l'ensemble des deux fonctions que représentent ces courbes qu'on appelle en acoustique « son résultant » et qu'on entend très bien lorsque le nombre de ses maxima dépasse 16 par seconde *. On remarquera que ces deux fonctions sont des sinusoïdes d'amplitude U_1 autour des droites $u = \pm U_2$ (si $U_2 > U_1$). Si les amplitudes sont égales (ce n'est pas le cas en T. S. F.), les deux sinusoïdes sont tangentes à l'axe des abscisses et les minima des battements sont nuls.

L'hypothèse dans laquelle nous nous sommes placés (f petit vis-à-vis de F ou F') nous a permis de choisir pour la fréquence de l'oscillation résultante soit F soit F' soit leur moyenne arithmétique F_1. Or, il est bien évident que les données physiques ne permettent pas ce choix : la fréquence résultante a une valeur bien déterminée à chaque instant, et rien ne nous dit *a priori* qu'elle doit être plutôt F_1 que F ou F'. Nous allons voir en effet que le nombre F_1 introduit par le calcul ne correspond pas à une réalité objective. Il reste donc à préciser la valeur de cette fréquence que nous désignerons par F.

D'une façon générale si φ est la phase — à l'instant t — d'une évolution sinusoïdale, considérée comme la projection sur un axe-diamètre d'un mouvement circulaire uniforme (fig. 2) on sait que la pulsation est la vitesse angulaire du mobile fictif.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

et comme

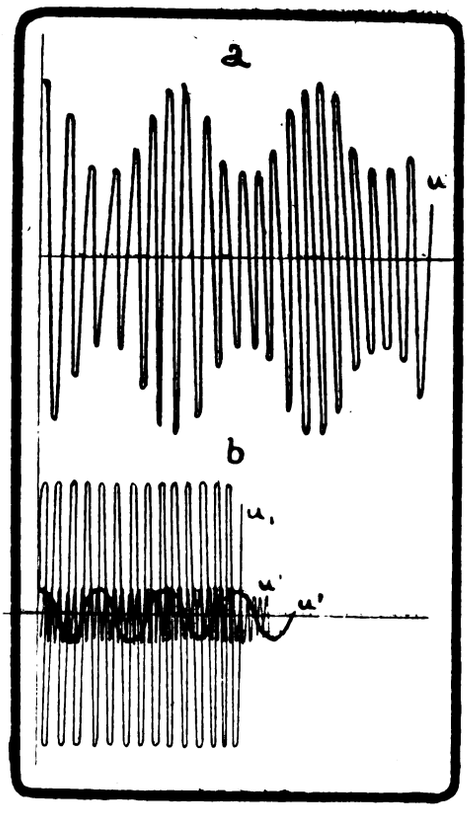
$$\omega = 2\pi F$$

On a

$$F = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{d\varphi}{dt}$$

Or, ici la phase du mouvement résultant $u_1 + u_2$ est à l'instant t

$$\varphi = 2\pi F_1 t + \Phi$$



$$u = (3 + 1 \cdot \sin\omega' t)\sin(\omega t + \varphi)$$

(Fig. 5a)

$$u_1 = 3\sin\omega t$$

$$u' = \frac{1}{2}\cos[(\omega-\omega')t+\varphi] \Big\} \text{Battem}^{t}\text{ fréq. } \frac{\omega}{2\pi}$$

$$u'' = \frac{1}{2}\cos[(\omega+\omega')t+\varphi] \Big\} \text{Battem}^{t}\text{ fréq. } \frac{\omega'}{\pi}$$

(Fig 5b)

* *D'après Helmholtz, ce « son de battements » est la cause des dissonances de certains accords. Ainsi si$_2$ (492) et ut$_2$ (522) forment un accord dissonant à cause du battement à la fréquence audible de 30 entre les deux sons fondamentaux.*

Digitized by Google

par suite

$$F = F_1 + \frac{1}{2\pi}\frac{d\Phi}{dt}$$

On a vu que

$$\Phi = \text{Arc tg}\left(\frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2}\,\text{tg}\,\pi f t\right)$$

En dérivant il vient *

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{(U_1^2 - U_2^2)\,\pi f}{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2\cos 2\pi f t}$$

Et enfin

$$F = F_1 + \frac{f}{2}\cdot\frac{U_1^2 - U_2^2}{U^2}$$

Cette expression est fort instructive. Elle nous apprend que :

1° La fréquence du mouvement résultant de l'addition des deux mouvements U_1 et U_2 n'a pas la valeur F_1 assignée jusqu'ici, c'est-à-dire que cette fréquence « moyenne » n'a pas d'existence réelle, comme il a été annoncé plus haut ;

2° La fréquence F varie lentement avec le temps, puisqu'il s'ajoute à la quantité fixe F_1 une quantité fonction sinusoïdale de t ;

3° Elle dépend encore de la grandeur des amplitudes maxima U_1 et U_2 des mouvements composants u_1 et u_2.

Cette dernière remarque trouvera son application dans les changeurs de fréquence.

Lorsque U varie entre les limites

$$|\,U_1 - U_2\,|\ \text{et}\ (U_1 + U_2)$$

la quantité F varie entre F_1 et F_2 telles que

$$F_1 = F_1 + \frac{f}{2}\,\frac{U_1 + U_2}{U_1 - U_2}$$

et

$$F_2 = F_1 + \frac{f}{2}\,\frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2}$$

Comparons F_1 et F_2

1° $U_1 U_2 > 0$. Le mouvement de plus grande amplitude est celui qui a la plus grande fréquence.

On a évidemment

$$F_1 > 1 \text{ et } F_2 < 1$$

donc

$$F_1 > F_2$$

2° $U_1 - U_2 < 0$. Le mouvement de plus petite amplitude est celui qui a la plus grande fréquence.

On a

$$|\,F_1\,| > |\,F_2\,|$$

c'est-à-dire en valeur algébrique puisqu'ils sont tous deux négatifs

$$F_1 < F_2$$

En résumé, si l'oscillation de plus grande amplitude est aussi de plus grande fréquence (cas de $U_1 > U_2$) la fréquence de l'oscillation résultante au moment du maximum - maximorum passe par un minimum. La fréquence et l'amplitude de l'évolution u varient en sens inverse. Si l'oscillation de plus grande amplitude est celle de plus petite fréquence (cas de $U_2 > U_1$) la fréquence de u passe par un minimum (F_1) au moment où l'amplitude passe aussi par un minimum $|\,U_1 - U_2\,|$.

En exagérant fortement le phénomène on obtient les tracés correspondant aux figures 3 et 4. Ainsi il y aurait lieu de modifier les battements dessinés (figure 1). Comme on a dans cet exemple $U_1 < U_2$ il faudrait s'inspirer de la figure 4. Il faudrait d'ailleurs employer une échelle excessivement grande pour qu'on puisse voir sur le graphique

$$ab < cd$$

Si les amplitudes sont égales

$$U_1 = U_2$$

le numérateur de la quantité variable dans F s'annule alors que le dénominateur garde une valeur finie différente de zéro. Par suite il reste

$$F = F_1$$

et dans ce cas particulier la fréquence a une valeur constante qui est la moyenne arithmétique entre les deux fréquences F et F'.

Si une amplitude est très grande vis-à-vis de l'autre, qu'arrive-t-il?

Supposons U_2 négligeable devant U_1. F s'écrit alors

$$F = F_1 + \frac{f}{2}\,\frac{U_1^2}{U_1^2 + 0}$$

c'est-à-dire

$$F = F_1 + \frac{f}{2} = F'$$

La fréquence résultante a une valeur sensiblement constante qui est celle de la fréquence du mouvement d'amplitude prédominante.

L'oscillation de battement de fréquence f et qui a pour amplitude U_2, comme on l'a vu plus haut, devient négligeable.

Les amplitudes maxima de la fonction u sont sensiblement égales à U_1 puisque les termes U_2^2 et $2U_1U_2\cos 2\pi f t$ deviennent négligeables.

Donc lorsqu'une amplitude est très grande vis-à-vis de l'autre, le phénomène de battement tend à disparaître. Tout se passe comme si l'oscillation de grande amplitude imposait toutes ses particularités à l'autre oscillation.

C'est justement le cas qui se présente en T. S. F. comme nous le verrons plus loin.

D) *La Modulation.* — Considérons la fonction sinusoïdale de fréquence F et d'amplitude maximum U_1.

$$u_1 = U_1 \sin(2\pi F t + \varphi)$$

Elle représente, par exemple, les variations de courant dans un circuit. Moduler ce courant c'est faire subir à son amplitude maximum des variations sinusoïdales à une fréquence choisie.

Si l'amplitude U_1 varie entre $U_1 - U_2$ et $U_1 + U_2$ à la fréquence F' on dit que l'oscillation u_1 est modulée par l'oscillation

$$u_2 = U_2 \sin 2\pi F' t$$

Ainsi à chaque instant l'amplitude de u — qui est u_1 modulé — sera

$$U_1 + U_2 \sin 2\pi F t$$

Ses valeurs extrêmes étant bien $U_1 + U_2$ et $U_1 - U_2$.

Par suite u s'écrit

$$u = (U_1 + U_2 \sin 2\pi F' t)\sin(3\pi F t + \varphi)$$

c'est-à-dire :

$$u = U_1 \sin(2\pi F t + \varphi) + U_2 \sin 2\pi F' t \,.\, \sin(2\pi F t + \varphi).$$

Développons le produit de sinus suivant la formule (5). Il vient :

$$u = U_1 \sin(2\pi F t + \varphi) + \frac{U_2}{2}\Big[\cos[2\pi(F' - F)t - \varphi] - \cos[2\pi(F' + F)t + \varphi]\Big]$$

Ainsi lorsqu'on module l'oscillation u_1 par l'oscillation u_2 on fait apparaître outre l'oscillation fondamentale :

$$u_1 = U_1 \sin(2\pi F t + \varphi)$$

deux oscillations supplémentaires.

$$u' = \frac{U_2}{2}\cos[2\pi(F' - F)t - \varphi]$$

qui a pour fréquence la différence des fréquences F et F' et

$$u'' = \frac{U_2}{2}\cos[2\pi(F' - F)t + \varphi]$$

qui a pour fréquence la somme des fréquences F et F'.

La figure (5*a*) représente l'oscillation u_1 de fréquence F modulée par l'oscillation u_2 de fréquence F' et la figure (5*b*) la décomposition de la fonction u en trois fonctions sinusoïdales. La coexistence dans un circuit électrique de 3 courants représentés par les évolutions sinusoïdales $u_1 u' u''$ de fréquences respectives F, F — F', F + F' peut donner lieu à un phénomène de double battement. En effet, si F' est petit devant F, les oscillations u_1 et u' d'une part, u_1 et u'', d'autre part,

* *Rappelons que la dérivée de Arc tg u est* $\frac{u'}{1+u^2}$

Digitized by Google

donnent une oscillation de battement à la fréquence F'. Par ailleurs u' et u'' vont donner une oscillation de battement à la fréquence 2F' puisque

$$F' + F - (F - F') = 2F' \text{ *}$$

En résumé, un circuit dans lequel est entretenu un courant oscillant de fréquence F modulé à la fréquence F' peut être considéré comme parcouru par 3 courants — qu'on mettra en évidence par le phénomène de résonance — dont les fréquences sont (F' — F) et (F' + F). De plus, il existe les oscillations de battement de fréquence F' et 2F' qui peuvent être entendues après détection si elles sont dans l'échelle des fréquences audibles.

E. Comparaison des trois phénomènes.

Comme on le voit, la stroboscopie, les battements et la modulation ne sont que différentes façons d'envisager la composition de deux évolutions sinusoïdales parallèles.

Les phénomènes stroboscopiques ou de battement *additionnent* deux vibrations de fréquences voisines, F et F'. Ils donnent une vibration résultante dont la fréquence est la valeur absolue de la différence des deux fréquences, soit |F' — F|.

Le phénomène de modulation *multiplie* deux vibrations de fréquences quelconques F et F'. La vibration résultante se décompose en trois autres dont les fréquences sont respectivement F, |F' — F| et (F' + F).

Or dans les changeurs de fréquences on cherche à obtenir la fréquence de différence |F' — F|. Nous voyons donc déjà ainsi apparaître deux grandes classes de postes super-hétérodynes :

1° Ceux dans lesquels on obtiendra |F' — F| par addition ;

2° Ceux dans lesquels on l'obtiendra par produit.

C'est ce que nous verrons mieux par la suite.

(A suivre.) Y. DOUCET.

* *Ceci explique qu'à la réception d'une onde de fréquence F modulée à la fréquence F' le téléphone donne non seulement le son de fréquence F' mais en plus l'harmonique d'octave 2 F'.*

APPAREILS, MÉTHODES ET FORMULES de MESURES

(Suite)

VOLTMÈTRE THERMOIONIQUE

LE *voltmètre thermoionique*, que nous appellerons souvent *voltmètre à lampe*, est l'appareil par excellence des mesures radioélectriques : cet appareil, sensible et pratique à utiliser met en jeu le phénomène de détection par lampe ; cette question donnant souvent lieu à des affirmations erronées ou peu précises, il convient donc d'exposer tout d'abord quelles règles régissent le phénomène utilisé.

La détection par lampe. — Le problème de la détection se posa pour la première fois à propos des cristaux détecteurs : on aboutit rapidement à cette loi qu'un détecteur est un système de conducteurs *ne suivant pas la loi d'Ohm* : autrement dit, la *caractéristique* $i = f(u)$ qui représente l'intensité du courant en fonction de la différence du potentiel appliquée... est une ligne courbe (fig. 53). On choisira un point de fonctionnement M $(u_0 i_0)$ et on supposera que l'arrivée de signaux de faible amplitude provoque une variation Δu de la différence du potentiel u_0 ; appliquant la formule de Taylor limitée aux termes du 2e ordre, on voit que le courant i_0 prend la valeur

$$i_0 + \Delta i = f(u_0 + \Delta u)$$
$$= f(u_0) + \Delta u\, f'(u_0) + \frac{\Delta u^2}{2} f''(u_0).$$

Il a donc subi une variation :

$$\Delta i = \Delta u\, f'(u_0) + \frac{\Delta u^2}{2} f''(u_0)$$

Or, on n'observera avec les appareils indicateurs utilisés que la valeur moyenne de Δi, et on remarquera que Δu est une fonction de valeur moyenne nulle, donc :

$$\text{moy. } \Delta i = \frac{f''(u_0)}{2} \cdot \text{moy. } \Delta u^2$$

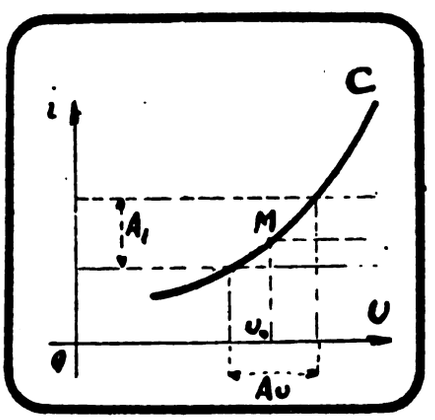


Fig. 53.

La déviation de l'appareil indicateur sera donc d'autant plus grande que $f''(u_0)$ se rapprochera de sa valeur maxima. On dit souvent que le point de la courbe donnant à la dérivée seconde sa valeur maxima est le point de plus grande courbure : ceci n'est pas, car le rayon de courbure est donné en coordonnées cartésiennes par l'expression : $R = \frac{(1 + f'u_0)^{\frac{3}{2}}}{f''u_0}$ et dépend donc de la dérivée première.

En tout cas, si les oscillations reçues sont sinusoïdales de la forme

$\Delta u = a.\, sin.\, \omega$, la valeur moyenne de Δu^2 sera :

$$\frac{2\pi}{\omega} \int_0^{\frac{\omega}{2\pi}} a^2 \sin^2 \omega t^2\, dt = \frac{a^2}{2}$$

donc proportionnelle au carré de l'amplitude.

Le problème de la détection par la lampe est plus complexe : en considérant le cas général, on a affaire à la détection d'un signal modulé produisant une f. é. m. de fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$ et d'amplitude U et une f. é. m. superposée de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ et d'amplitude ΔU petite devant U ; d'autre part, dans le cas général un système d'impédance Z variable avec la fréquence est intercalé dans le circuit grille ou dans le circuit plaque (fig. 54) il s'ensuit que l'on ne connaît pas *a priori* le point de

Digitized by Google

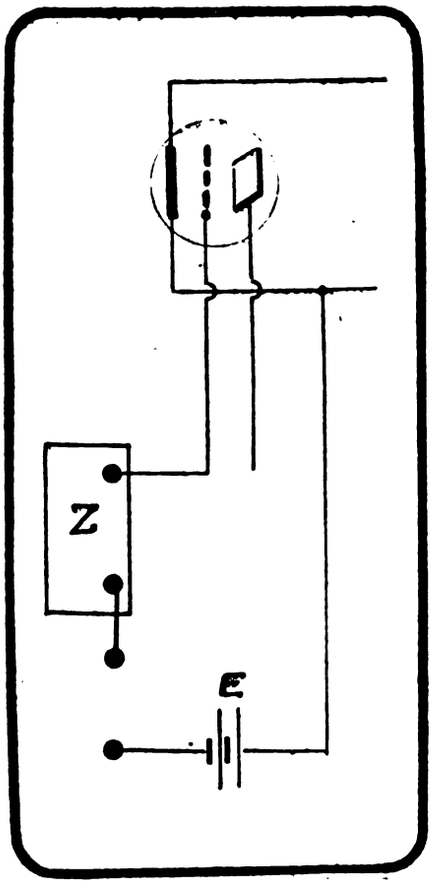


Fig. 54.

fonctionnement sur le réseau des caractéristiques (grille ou plaque), parce que la tension moyenne u est fonction (du fait de la présence de l'impédance Z) du courant i dont on veut connaître la valeur ; la position de repos |A est, solution du système

$$\begin{cases} i_0 = f(u_0) \\ u_0 = E - Ri_0 \end{cases}$$

$i_0 = f(u_0)$ étant l'équation de la caractéristique statique (fig. 55) et R la valeur de la résistance à laquelle se réduit, pour la fréquence *zéro*, l'impédance Z.

Si, maintenant, l'on applique à la grille le signal modulé, on pourra supposer la fréquence de modulation $\frac{\omega}{2\pi}$ très inférieure à la fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$ de l'onde porteuse... donc, supposer que la lente variation de l'amplitude U ne sera pas sensible pendant la durée d'une période $2\pi\Omega$; tout revient donc à prendre pour position de repos, non plus le point A, mais le point B d'intersection de la droite $u = E - Ri$ avec la caractéristique dynamique correspondant à la tension U, car, pour des raisons de sensibilité, l'impédance Z pourra être considérée comme nulle pour les courants de fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$ et il n'y aura pas de chute de tension pour le terme $U \sin \Omega t$. On recueillera un courant continu moyen i et un courant à la fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ avec ses harmoniques (dus à la caractéristique non linéaire du tube) que l'on désignera par i_M. Les équations du système précité deviennent

$$\begin{cases} u = E - Z(i + i_M) \\ i + i_M = \varphi[E - Z(i + i_M), U] \end{cases}$$

en désignant par $i = \varphi(u, U)$ l'équation du réseau des caractéristiques dynamiques. L'hypothèse précédemment posée de U lentement variable permet d'écrire :

$$\begin{cases} i + \Delta i = i + \frac{d\varphi}{du}\Delta u + \frac{d\varphi}{dU}\Delta U \\ \Delta u = -Z\,\Delta i \end{cases}$$

d'où l'on tirera facilement :

$$-\Delta u = \frac{\frac{d\varphi}{dU}}{\frac{1}{Z} + \frac{d\varphi}{du}} \cdot \Delta U$$

formule qui montre que la détection est maintenant *linéaire* : graphiquement, le point B se déplacera entre les caractéristiques U + ΔU et U — ΔU (fig. 55) ; il suivrait la droite E Ri si l'impédance Z était constante pour les diverses fréquences de modulation $\frac{\omega}{2\pi}$, et décrit en réalité une ellipse par suite de la réactance de Z.

Tout ce qui vient d'être exposé s'applique aussi bien aux caractéristiques de grille que de plaque ; dans ce dernier cas, il sera avantageux d'introduire le coefficient d'amplification K en admettant qu'une variation de tension grille produit le même effet qu'une variation K fois plus grande de la tension plaque : on raisonnera donc sur la tension composée $w = v + Ku$, v étant le potentiel anodique.

Premiers types de voltmètres à lampe. — Un redresseur présentant une caractéristique à coude brusque serait idéal, et de fait certains ont utilisé comme voltmètre à lampe des triodes montés en simples redresseurs (fig. 56). Dans un premier schéma, grille et plaque sont réunies et le potentiomètre P sert à régler la tension grille de façon qu'aucun courant ne traverse le galvanomètre G lorsqu'une tension alternative est appliquée aux bornes du dispositif : la mesure de la tension au voltmètre V servira à évaluer (d'après étalonnage) la grandeur de la tension alternative. Dans un 2e schéma, le galvanomètre sert à mesurer directement la valeur de la tension alternative appliquée ; les résistances R réglables permettent de

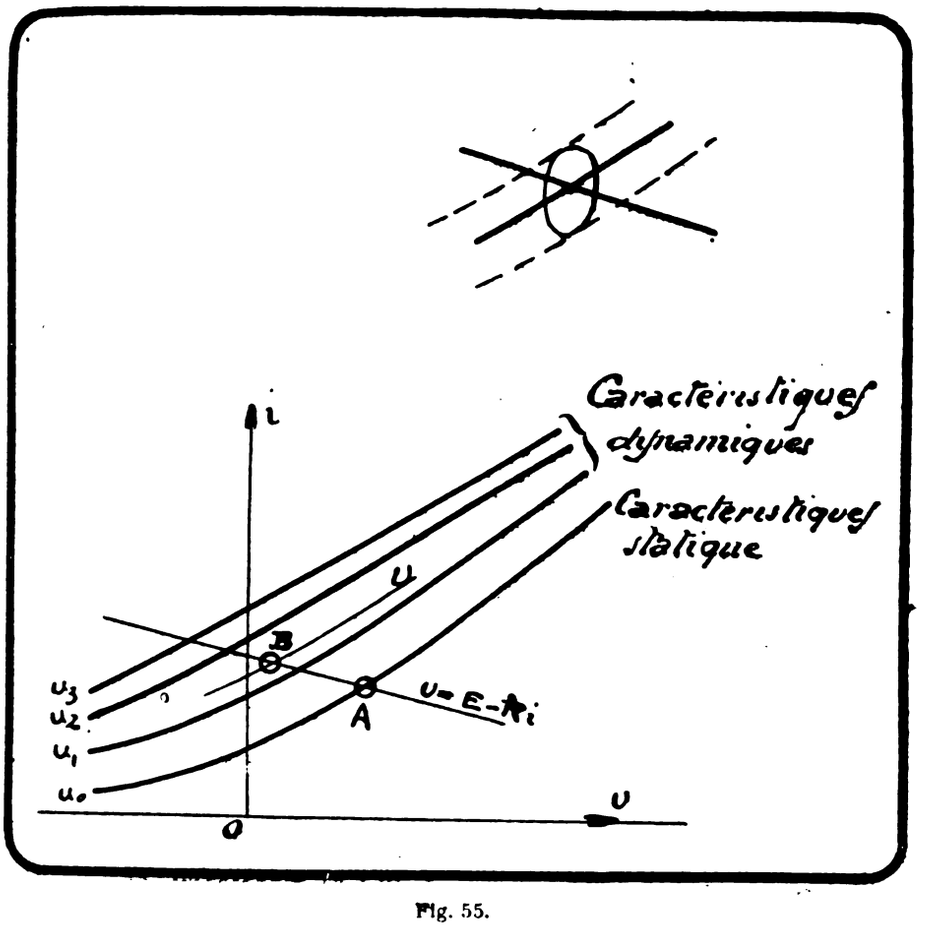


Fig. 55.

Digitized by Google

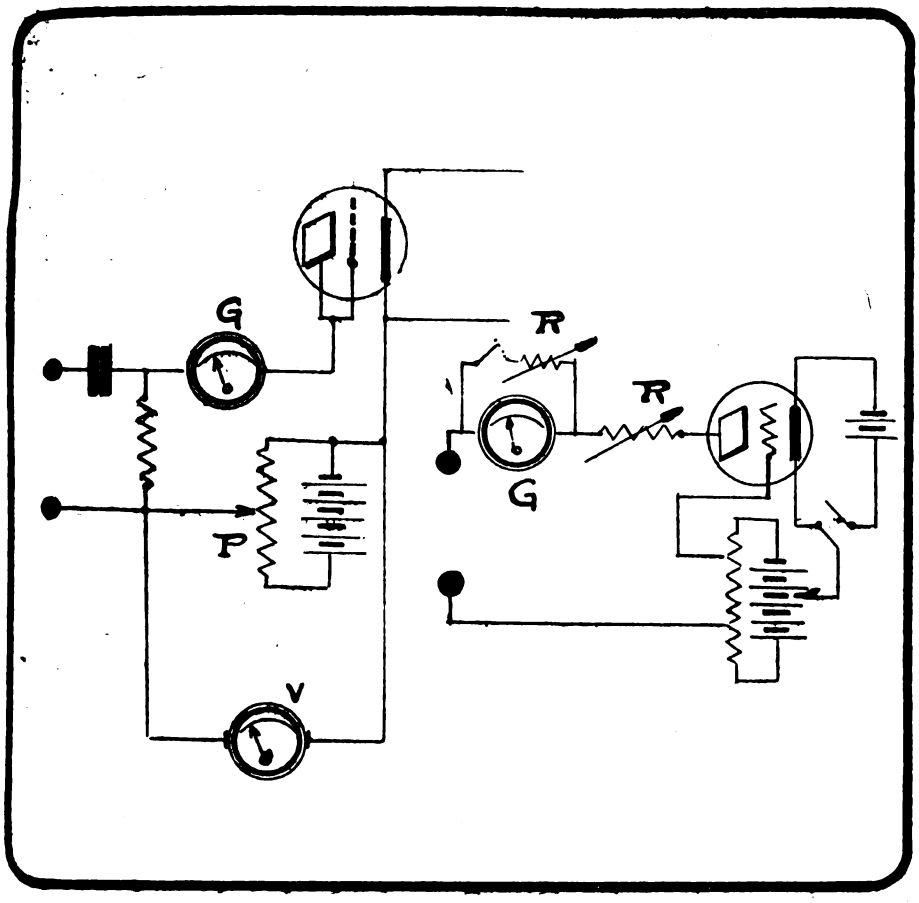


Fig. 56.

modifier à volonté la sensibilité du dispositif.

Ces schémas s'éloignent du schéma normal du voltmètre thermoionique tel qu'il est maintenant utilisé : mais, il ne faudrait pas passer sous silence deux réalisations intéressantes qui ont été faites pendant la guerre, l'une par le C^t *Tissot*, l'autre par *Abraham et Bloch*. Le montage du C^t Tissot est plus exactement un électromètre pour courants BF (fig. 57) : les courants à basse fréquence (en l'occurrence les sons des hélices de sous-marins) amplifiés par une lampe L sont ensuite détectés par le contact D à cristal (galène ou carborundum) et mesurés par le galvanomètre à cadre mobile G ;

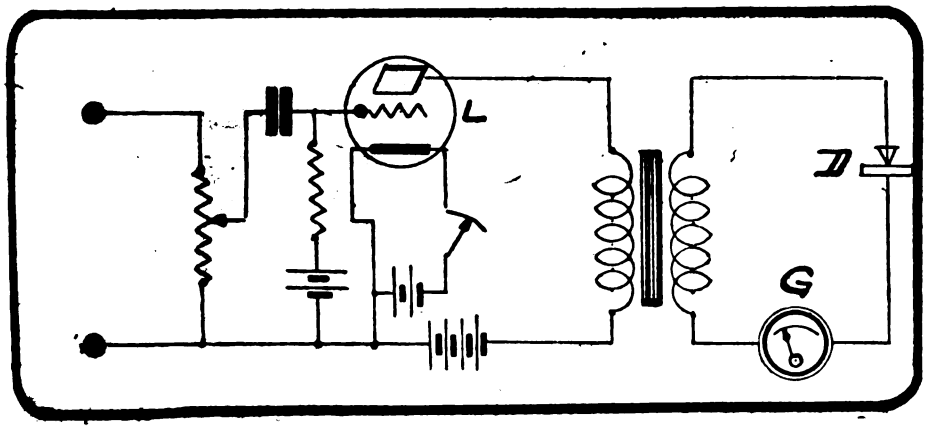


Fig. 57

l'appareil étant utilisé en mer, on avait fortement amorti l'équipage mobile (constante de temps $\theta = 1'$) et le bruit du clapotis des vagues donnait une déviation constante. Ce schéma serait applicable à la H.F. en utilisant des courants modulés à 60 p/s.

Le *voltmètre amplificateur* d'Abraham-Bloch utilise le montage amplificateur à résistances, choisi pour donner une amplification presque constante dans une grande gamme de fréquences (fig. 58) ; toutefois, les capacités parasites et le rendement inégal de la détection exigent un étalonnage particulier de l'appareil pour chaque fréquence. Dans le circuit plaque de la dernière lampe est intercalé un milliampèremètre (échelle 0-1 ma.) shunté par un condensateur de 0,5 MF ; afin de faciliter les lectures, la déviation normale du galvanomètre est annulée par le moyen d'une pile P et d'une résistance réglable R : par suite lorsque les oscillations sont appliquées à la grille de la première lampe, le courant anodique varie, et l'aiguille du galvanomètre dévie. L'appareil possède les sensibilités suivantes :

Etages

1 : déviation de 1 ma pour 3 v. appliqués
2 : — — pour 0,55 —
3 : — — pour 0,1 —

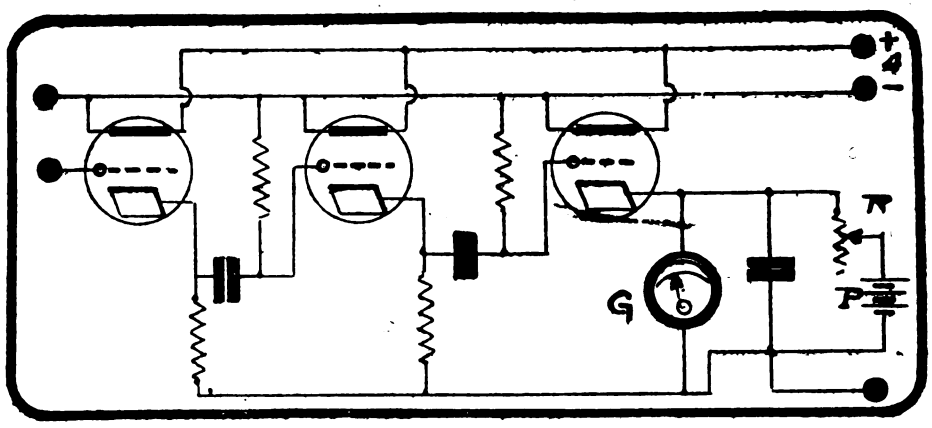


Fig. 58.

A la sensibilité maxima, l'appareil permet d'évaluer le *millivolt*.

Voltmètres thermoioniques à rectification. — Nous avons décrit les modèles précédents dans un paragraphe séparé, car ils n'utilisent pas le phénomène de détection de façon normale.

Nous allons maintenant passer en revue les schémas de voltmètres thermoioniques à rectification dans lesquels on a cherché à réaliser les conditions exactes de l'effet détecteur ; étant donné que plusieurs modes de détection sont possibles, il y aura plusieurs classes de voltmètres à lampes par rectification.

Digitized by Google

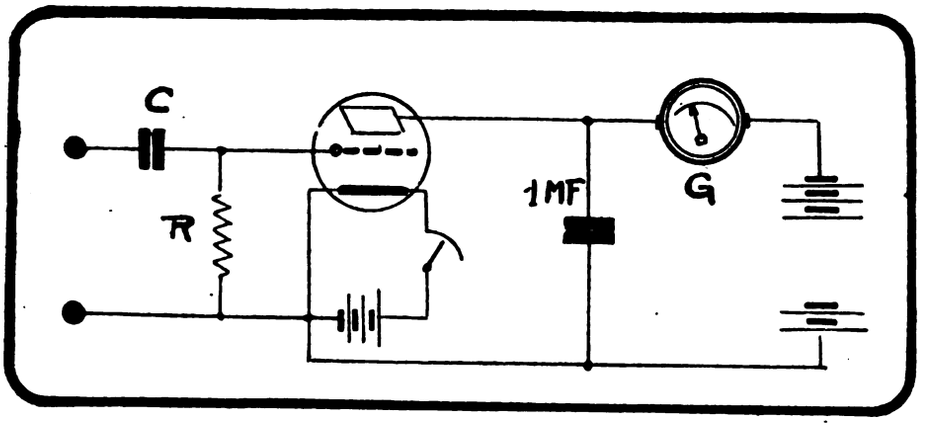


Fig. 59.

Il convient toutefois de signaler tout d'abord deux défauts imputables à tous les types de voltmètre à lampe : d'une part, le *schroteffekt* impose une limite inférieure à la sensibilité du montage, en ce sens qu'il n'est possible de mesurer au minimum que des courants de 10^{-7} amp., encore au prix de grandes précautions; d'autre part, la lampe avec ses sources de tension présente une capacité assez importante qu'on peut évaluer entre 5 et 10 cm. ; toutefois, cette capacité est constante et ne dépend pas (ou peu) de la fréquence, ce qui est un avantage du voltmètre à lampe sur les électromètres. Signalons encore la résistance de fuite du voltmètre, variable cette fois avec la fréquence, et l'influence néfaste qu'aurait sur les mesures un effet réactif quelconque entre les circuits grille et plaque. On pourra observer que des précautions sont prises dans tous les modèles de voltmètres à lampe pour combattre ces deux derniers défauts.

a) Utilisation de la rectification grille. — La figure 59, qui donne le schéma d'une lampe détectrice utilisant la rectification grille (condensateur C et résistance de fuite R) représente un bon modèle de voltmètre à lampe.

On choisira un condensateur d'environ 0,1 mMF et une résistance de fuite d'environ 4 méghoms ; il convient de noter que le condensateur de grille devra posséder un isolement parfait, de façon à ce que sa résistance HF soit au moins de 20.000 méghoms.

Quel est le mécanisme de la rectification grille ? Il faut admettre que la capacité du condensateur de grille C est beaucoup plus grande que la capacité interne de la lampe (disposée en série) et que sa capacitance offre une dérivation moins résistante aux courants HF que la résistance R.

Dans ces conditions, et en travaillant dans les parties droites de la caractéristique plaque, afin de ne pas introduire un effet de détection anodique, on observe dans le circuit plaque une *baisse de courant* Δi liée à l'abaissement de la tension de grille Δu par la relation $\Delta i = \frac{K}{\rho} \Delta u$ si le circuit plaque ne contient pas de résistance ; ce résultat s'établit facilement par le calcul en supposant des signaux faibles et une tension non modulée.

Si la tension est modulée, l'impédance Z (qui se réduisait à R pour le cas ci-dessus) devient telle que

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + jC\omega$$

et le calcul montre * que tout se passe comme si le circuit présentait en parallèle sur la résistance R la résistance $\frac{1}{\frac{d\Phi}{du}}$ de la lampe au point de fonctionnement considéré ; cette résistance étant inférieure à R, le condensateur de grille se décharge à travers la lampe : la valeur moyenne de $\frac{1}{\frac{d\Phi}{du}}$ est aux environs de 200.000 ω.

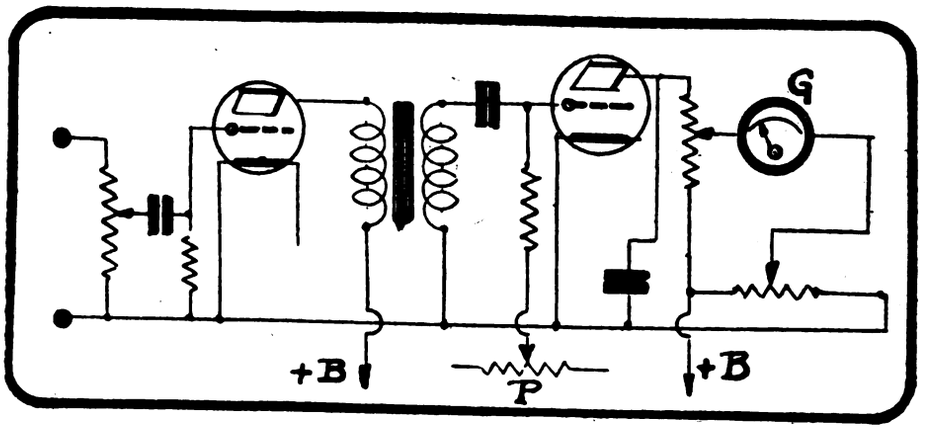


Fig. 61.

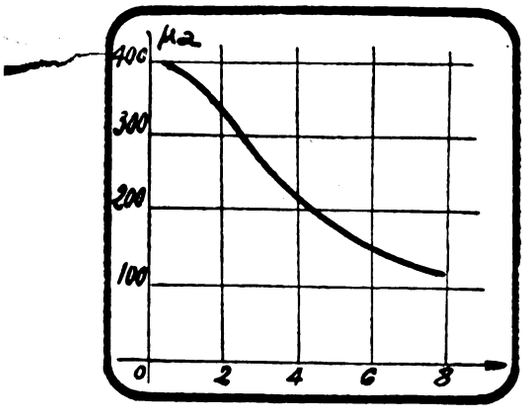


Fig. 60.

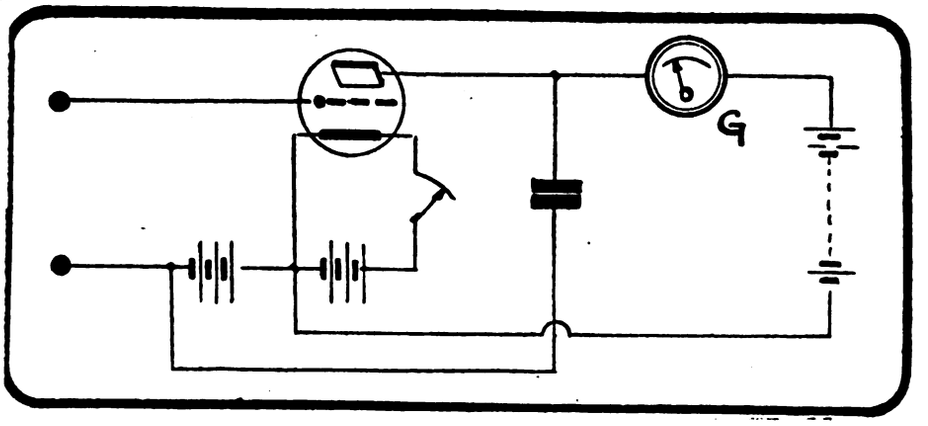


Fig. 62.

* *Bibliographie : La détection par lampe : P. David dans l'*Onde électrique 1928, *p.* 313.

Digitized by Google

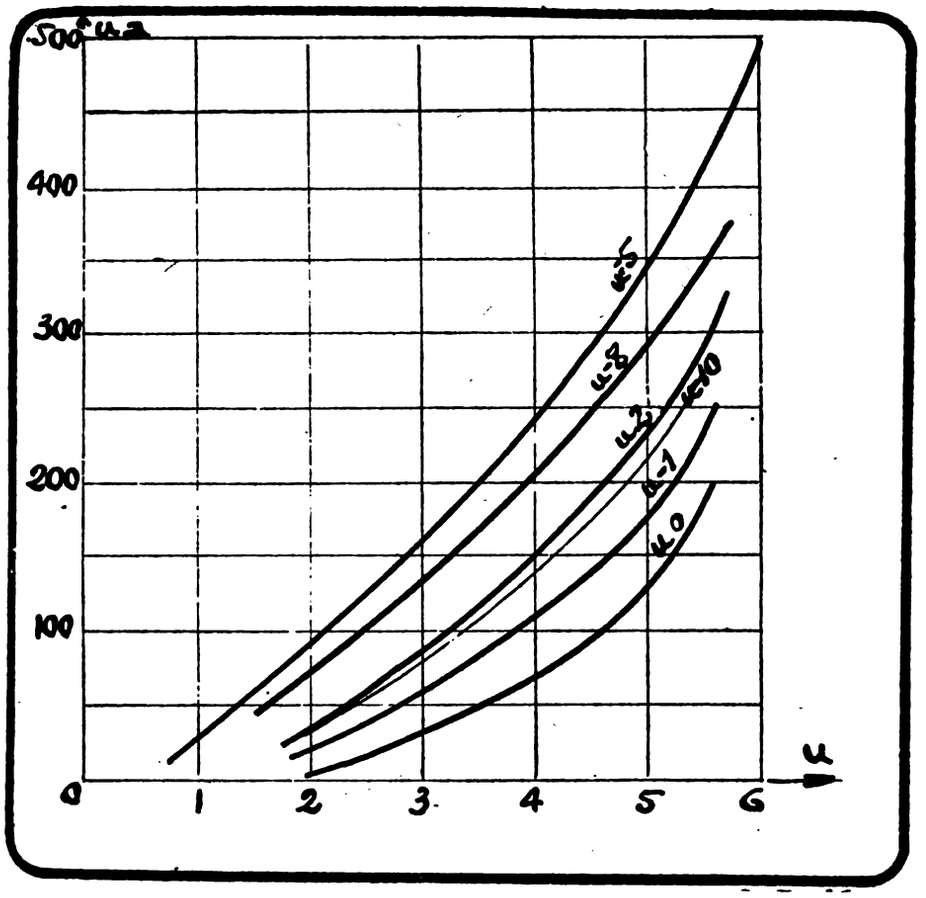


Fig. 63.

La figure 60 montre une courbe d'étalonnage d'un voltmètre à lampe utilisant la rectification grille. Il faut insister sur ce fait que cette courbe a été tracée pour le schéma de la figure 59, c'est-à-dire, avec un condensateur de 1 M F aux bornes du circuit anodique pour prévenir tout effet réactif... et en réglant la tension plaque aux environs de 80 v. afin d'éviter la détection plaque qui viendrait à l'encontre de la détection grille et diminuerait la sensibilité du dispositif. La courbe obtenue est à peu près identique pour les fréquences usuelles, conséquence prévue du fait que l'on utilise exclusivement la rectification grille, et que les tensions mesurées sont faibles : toutefois, la courbe de la figure 60 a été établie jusqu'à $u = 8$ v., mais l'on observe qu'à partir de 3 v., la courbure de la caractéristique plaque intervient et relève la courbe. Il faut donc conclure que le voltmètre thermoionique à rectification grille est surtout intéressant à cause de sa grande sensibilité pour les signaux faibles.

Il nous faut signaler que plusieurs schémas de voltmètre à lampe peuvent être établis en adoptant avant la détectrice un étage d'amplification préliminaire et en munissant le galvanomètre d'un dispositif de compensation; pour illustrer ceci, nous donnons, figure 61, le schéma de E. Klotz dont le domaine de mesures s'étend de 0,02 à 25 volts, mais s'applique uniquement aux oscillations à basse fréquence.

b) Utilisation de la rectification plaque. — Le schéma de principe d'un voltmètre à lampe, utilisant la détection plaque est représenté figure 62.

La théorie de la détection s'applique intégralement si l'on suppose la résistance du circuit anodique faible, ce qui est le cas ; on aura donc une augmentation du courant anodique corrélative à toute augmentation de la tension alternative appliquée à la grille ; la figure 63 donne le graphique du courant anodique en μa. en fonction des volts efficaces appliqués à la grille, pour diverses valeurs de la polarisation grille ; on remarquera qu'il existe une polarisation optima qui permet d'obtenir, pour une tension alternative donnée, la déviation maxima du galvanomètre G.

Il convient de faire remarquer que ces courbes d'étalonnage ne sont valables que pour une tension de forme sinusoïdale : lorsque les harmoniques apparaissent, des erreurs non négligeables se produisent, atteignant 5 0/0 avec le 3e et le 5e harmonique, jusqu'à 20 0/0 avec l'harmonique de rang 2.

Le voltmètre thermoinoique à rectification plaque est toujours utilisé avec un *dispositif de compensation*, qui augmente la sensibilité du système en réglant au 0 le courant dans le galvanomètre, lorsque la tension alternative de grille est nulle ; en réalité, il convient d'éviter la paresse de zéro du galvanomètre en réglant la compensation de façon à avoir au galvanomètre une faible déviation d'environ 5 0/0 de l'échelle.

Le dispositif de compensation normal est monté dans le circuit plaque ; ainsi qu'il est représenté figure 64: il comprend un potentiomètre P branché sur la batterie de chauffage et une résistance R ; en faisant varier par le jeu de P la tension appliquée au circuit RG, il est possible de faire parcourir le galvanomètre par un courant exactement inverse au courant anodique qui correspond à la tension alternative de grille nulle.

On remarquera, en outre, le condensateur C de forte capacité qui annule tout effet réactif et permet d'avoir un étalonnage presque indépendant de la fréquence ; on utilisera une lampe détectrice du type courant, présentant une capacité grille plaque d'environ 25 cm ; la résistance HF du voltmètre ainsi monté est d'environ 6.000 ohms, ce qui limite donc son emploi à des circuits d'une résistance d'au moins 1.000 ohms, si l'on ne veut pas commettre une erreur trop importante sur

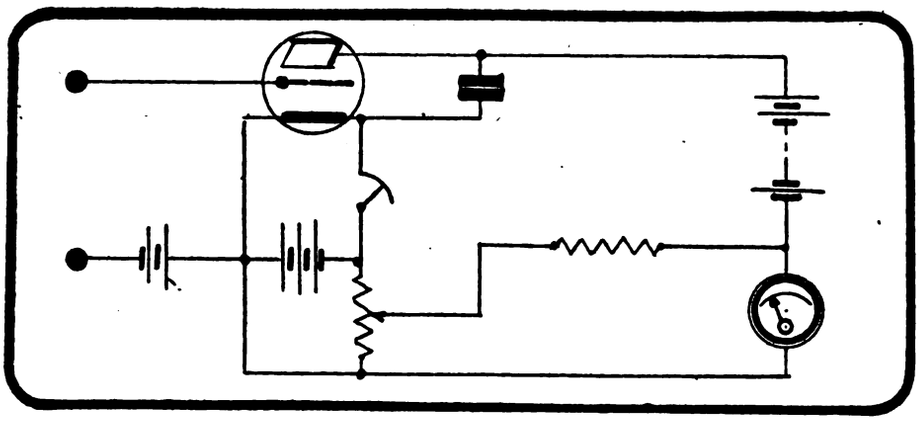


Fig. 64.

Digitized by Google

la mesure de la tension alternative aux bornes du circuit.

On peut employer un dispositif de compensation dans le circuit grille (fig. 65), en ajustant la tension grille de façon à obtenir au zéro un courant anodique faible de l'ordre de 5 µa. : le galvanomètre G peut servir à mesurer la tension grille, en complétant le dispositif par un inverseur I, et une résistance R appropriée : le même appareil de mesure sera utilement employé à mesurer également la tension de chauffage et la tension anodique, cette dernière demandant à être réglée exactement pour pouvoir assurer la constance de l'étalonnage.

Les voltmètres à rectification plaque sont souvent employés, mais on leur préfère les voltmètres thermoioniques à détection par résistance-capacité dans le circuit anodique, classe d'appareils que l'on va maintenant passer en revue.

Auparavant, nous signalerons dans ce paragraphe le curieux voltmètre à lampe reflex établi par *Medlan et Oschwald* : c'est un voltmètre à rectification plaque où le courant anodique sert à produire aux bornes d'une résistance R élevée une tension négative de grille qui augmente avec la tension alternative de grille (fig. 65) et permet d'obtenir une plage de mesure très étendue (jusqu'à 20 v.).

(A suivre.) Jean VIVIÉ,

Ingénieur civil des Mines.

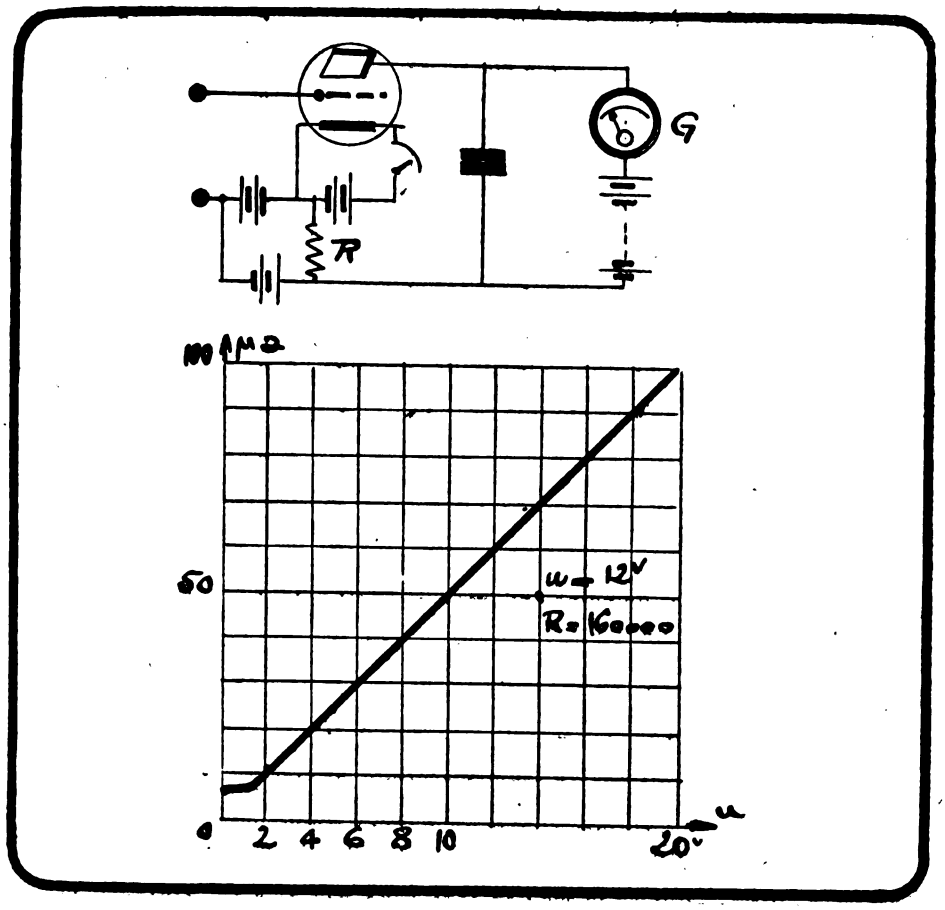


Fig. 65.

Digitized by Google

PHYSIQUE DOCUMENTAIRE

Émission secondaire dans les lampes T. S. F.

LE travail principal des lampes T. S. F. est le flux des électrons, venant de la cathode vers l'anode. Ce flux est toutefois souvent accompagné d'un phénomène parasitaire qui complique sensiblement les données du fonctionnement à l'intérieur des lampes et fait naître toute une série de phénomènes nuisibles. Tel est, par exemple, le flux d'ions, venant de l'anode à la cathode. La technique T. S. F. a bien étudié ce phénomène, et a trouvé la possibilité de l'annuler. Mais ce phénomène nuisible n'est pas le seul qui se produise dans les lampes ; il en existe une certaine quantité d'autres qui ne sont pas suffisamment connus et étudiés. On les classe en bloc sous le nom de phénomènes perturbateurs. Tel est, par exemple, « l'effet de grille » qui est créé par le bombardement direct des parois intérieures de l'ampoule par les électrons. Ceci provoque un flux parasitaire d'électrons dans la lampe, flux inverse du flux principal d'électrons. Un autre phénomène perturbateur est l'émission dite secondaire, qui attire de plus en plus l'attention des savants et des techniciens ; cette idée est en somme très large ; toutes les émissions dans la lampe, en dehors de l'émission principale et fondamentale entre le fil et la plaque, peuvent être considérées comme des émissions secondaires ; ces dernières peuvent avoir des provenances très variées, avoir des charges de signe contraire et être produites par différents éléments de la lampe. Il est donc très important d'établir un certain classement fondamental pour ces émissions secondaires dans la lampe. Il faut noter avant tout :

A) L'émission secondaire qui produit les électrons primaires (flux fil-plaque).

B) L'émission secondaire par l'action de chaleur sur les parties métalliques de la lampe.

Dans le premier cas (A) on a : 1° l'émission secondaire des électrons par la plaque ; 2° l'émission secondaire des électrons par la grille (*a* et *b*) ; 3° l'émission secondaire des électrons par les autres éléments de la lampe.

I. Dans le cas de l'émission secondaire des électrons par la plaque, l'émission secondaire acquiert une valeur **inverse de celle** du flux principal.

II. Dans le second cas, deux éventualités sont possibles : *a*) l'émission secondaire par la grille vers le filament qui est contraire au flux principal des électrons entre le fil et la grille. Ce flux peut, dans certaines conditions (+ E grille assez grande) devenir plus important que le flux principal des électrons entre le fil et la grille et peut modifier ainsi le sens du courant entre le fil et la grille (voir les courbes générales donnant les caractéristiques des émissions secondaires, fig. 1, 2, 3; *b*) l'émission secondaire par la grille vers la plaque, qui a le même sens que le flux principal des électrons entre le fil et la plaque et qui, dans certaines conditions, peut augmenter le flux principal des électrons et la saturation. En plus de ces principales émissions secondaires d'électrons, nous trouvons des flux particuliers (émission secondaire des électrons par les autres éléments de lampe), qui ont une valeur privée, sont produits par les supports, le fil, la plaque, la grille, etc., et n'ont qu'une valeur secondaire pour l'étude. En étudiant et en classant la nature de ces émissions, il est possible de trouver certaines propriétés. Avant tout : 1° l'émission secondaire augmente avec l'augmentation du potentiel, que l'on place sur le chemin suivi par les électrons. C'est pourquoi, nous pouvons reconnaître, comme règle générale, que l'augmentation de la différence du potentiel augmente l'émission secondaire. Nous donnons ici même, en qualité de caractéristique, quelques courbes de quelques lampes d'émission 80-100 watts (voir les fig. 4 *a* et 4 *b*) pour l'émission secondaire par la grille.

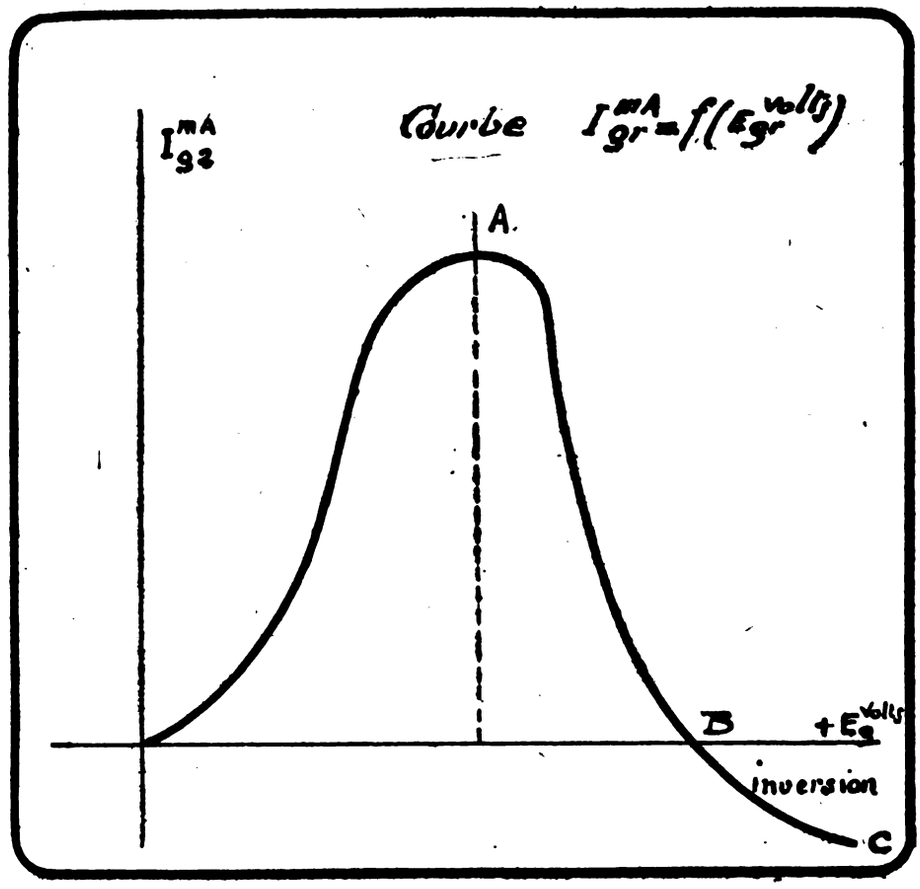


Fig. 1.

a) *Emission secondaire par la grille vers le filament* ; la partie de courbe entre A B C.

Digitized by Google

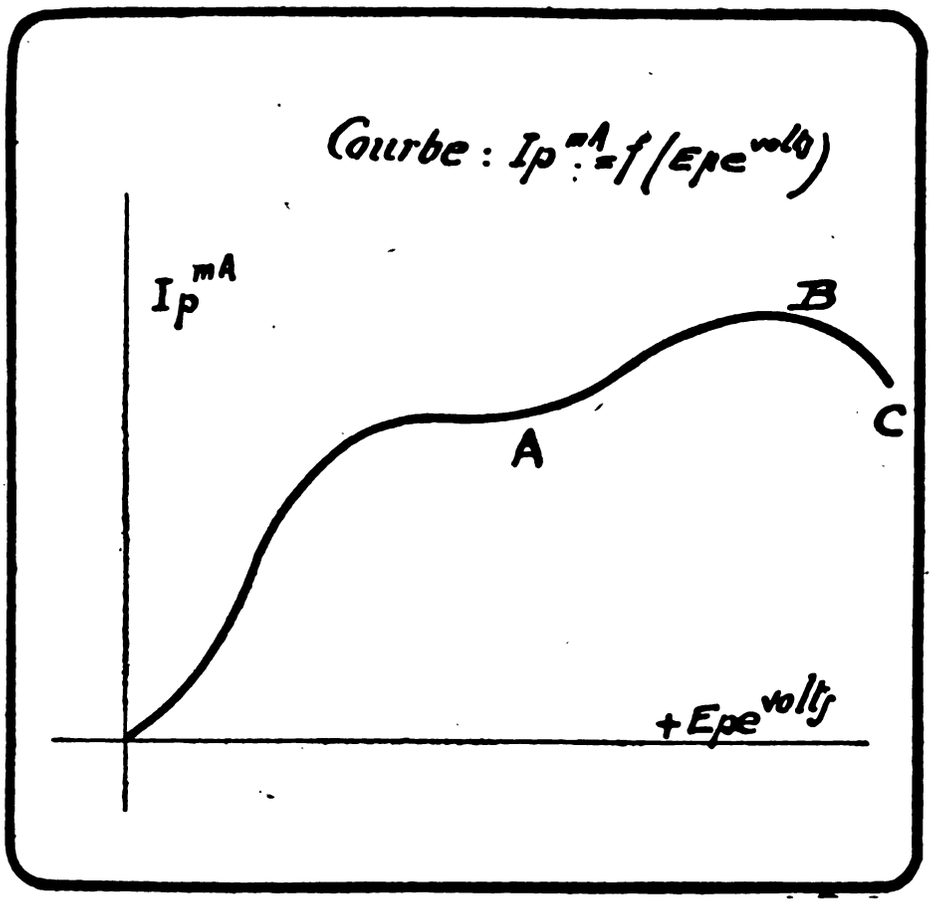


Fig. 2.

b) *Emission secondaire par la grille vers le pl*; la partie de courbe entre A-B

Emission secondaire par la pl vers le filament, la partie de courbe entre B-C

Ainsi que le montrent ces courbes, l'émission secondaire dépend de $+ E_{gr}$; elle atteint des valeurs différentes. Il est particulièrement intéressant de noter l'influence de la tension fil-plaque (E_p) sur le phénomène général de l'émission secondaire ; ceci ne doit jamais être oublié pendant l'étude de cette question.

2° L'émission secondaire dépend de la nature des parties métalliques. Ainsi, par exemple, le nickel est le métal le plus favorable à l'émission secondaire ; puis vient le tungstène et enfin le molybdène. En modifiant d'une certaine façon les propriétés de ces métaux, il est possible de modifier dans tel ou tel autre sens — c'est-à-dire augmenter ou diminuer — l'émission secondaire. Ainsi, par exemple, en recouvrant ces métaux d'un oxyde quelconque, nous augmentons l'émission et, au contraire, en recouvrant ces métaux de noir de platine, nous pouvons totalement annuler l'émission secondaire.

3° L'émission secondaire se modifie également grâce au gaz occlus dans l'ampoule. Le gaz occlus complique sensiblement les phénomènes qui se produisent dans la lampe. De plus, son influence n'est que très peu étudiée jusqu'à présent. Il faut vraisemblablement admettre qu'il se produit ce phénomène une ionisation par le choc, grâce à la présence du gaz occlus qui modifie sensiblement la charge d'espace ; ce qui, à son tour, modifie sensiblement l'émission secondaire. En ce qui concerne la dépendance entre la charge d'espace et l'émission secondaire, il faut croire que le flux des électrons tournants de la charge d'espace joue, à ce qu'il semble, le rôle d'un certain protecteur : lorsque la charge d'espace diminue, le flux des électrons secondaires s'allège. A notre avis, le potentiel d'ionisation qui détermine la nature du gaz dans l'ampoule, peut jouer un rôle important dans la détermination de ces dépendances. Il sera vraisemblablement possible d'établir une fonction directe de la dépendance entre le potentiel d'ionisation et l'émission secondaire. Nous pouvons donc supposer que la courbe de dépendance entre l'intensité d'émission secondaire et le potentiel d'ionisation peut être représentée sous l'aspect suivant (voir fig. 5).

Théoriquement, nous pouvons trouver la base de cette courbe dans l'étude de la méthode Foote pour la détermination du potentiel d'ionisation (voir notre article dans *Q S T* N° 57, décembre 1928).

L'étude des valeurs différentes de ce potentiel nous permet de conclure que

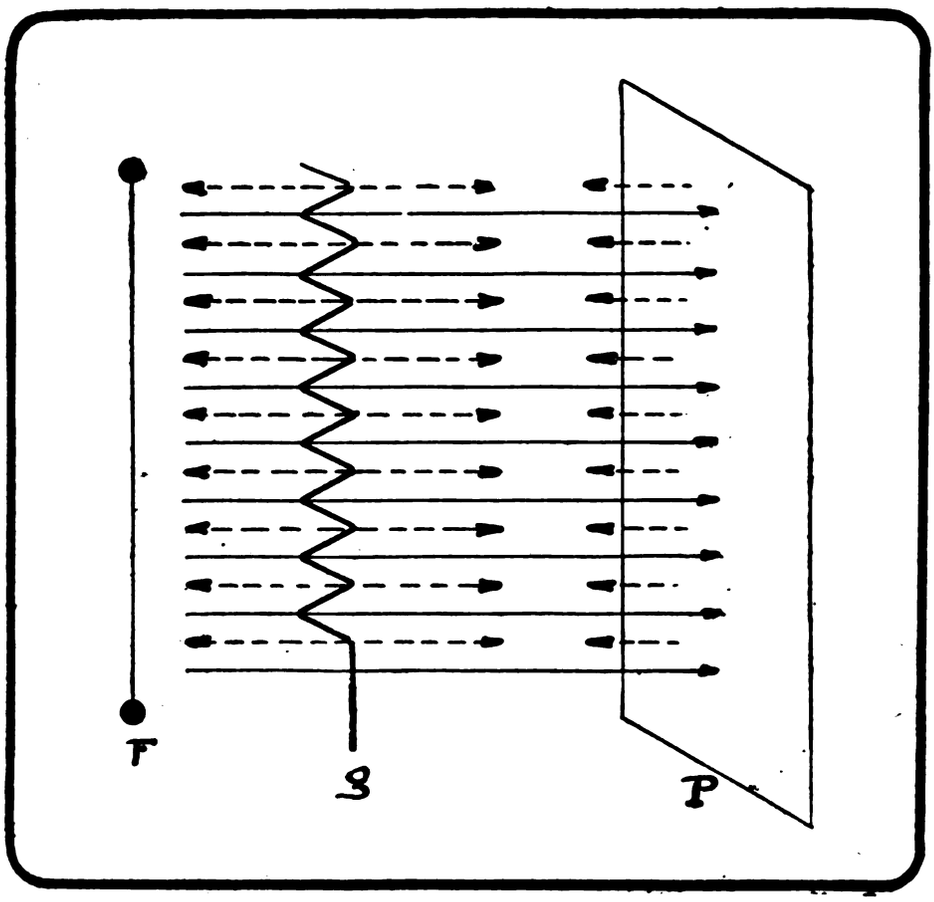


Fig. 3.

Principale émission secondaire de la lampe.

1. par la grille { vers le filament / vers la plaque. 2. par la plaque vers le filament. ——→ émission normale / - - -→ émission secondaire

Digitized by Google

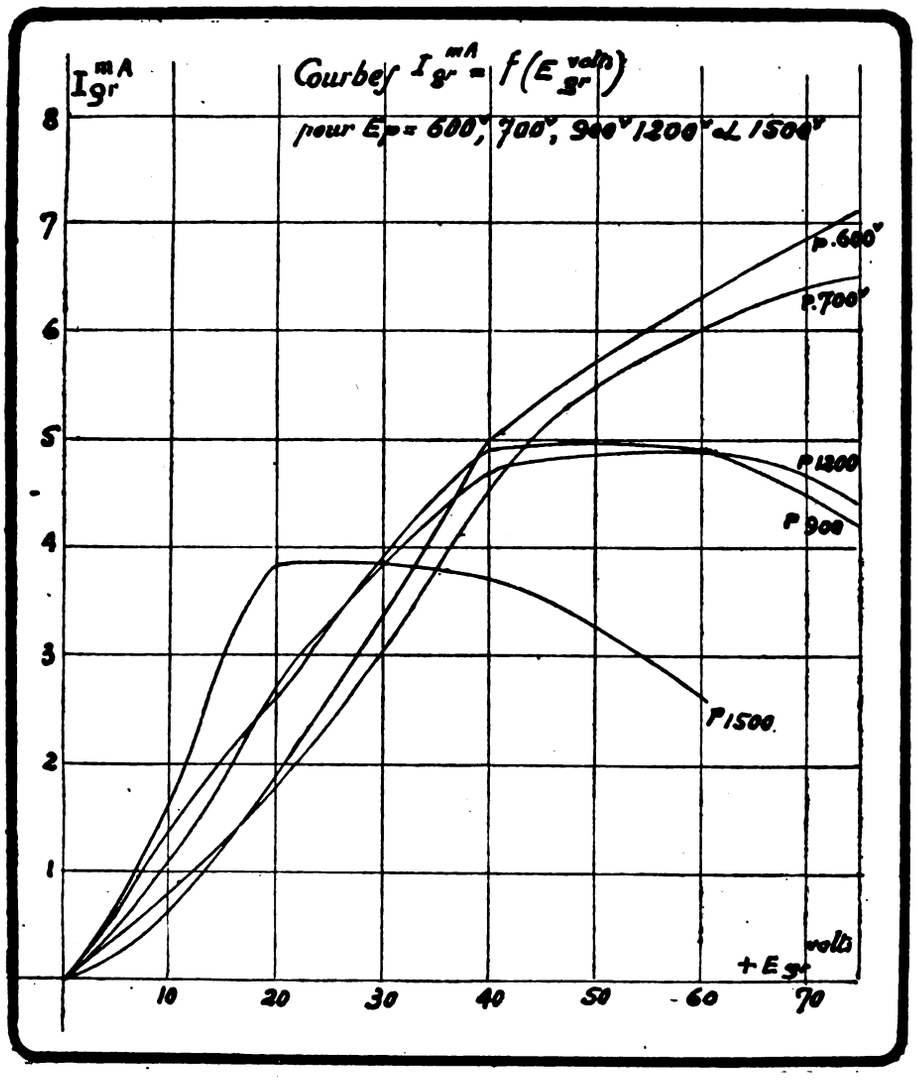


Fig. 4 *a*.

Emission secondaire en fonction de tension de plaque (émission secondaire par la grille vers le filament).

la charge d'espace du filament est plus faiblement développée dans les lampes, dont les ampoules contiennent un gaz à potentiel d'ionisation faible. De cette manière, l'émission secondaire est sensiblement facilitée pour le gaz avec faible potentiel d'ionisation et, au contraire, cette émission secondaire est très faible pour le gaz à grand potentiel d'ionisation. Le même raisonnement nous amène à l'idée d'une méthode nouvelle pour la diminution de l'émission secondaire à l'aide du gaz à grand potentiel d'ionisation. Donnons, pour exemple, quelques chiffres du potentiel d'ionisation.

Oxygène 12,5-16,1
Azote 16,3
Hydrogène 15,8
Helium 24,5
Chlore 13,2
Brome 12,8
Iode 10,0
Eau 13,2

Comme conclusion à notre raisonnement sur l'influence du gaz occlus sur l'émission secondaire, nous voulons attirer l'attention sur une expérience intéressante, l'expérience qui démontre comment la présence du gaz occlus modifie l'émission secondaire. Cette expérience a été faite avec une lampe d'émission ayant du gaz occlus. Généralement, avec la puissance dissipée = 195 watts $\left(\begin{matrix} E_p = 1.500 \text{ v.} \\ E_p = 130 \text{ mA.} \end{matrix}\right)$

E Chauffage = 6 v. 8

le courant de la grille en fonction E_{gr}. possède une telle courbe (voir fig. 6 courbe *a*). Lors de l'incandescence de la plaque et de la grille, alors que la lampe possède du gaz occlus, il se produit un dégagement de ce gaz. Dans ce cas, on peut remarquer une déformation de courbe (voir la courbe *b*), ce qui détermine l'influence du gaz occlus sur l'émission secondaire (son augmentation).

Le bref classement des émissions secondaires des électrons primaires que nous venons d'établir, de même que les propriétés principales de ces émissions, qui se produisent dans le triode T. S. F., ne prévoient pas un cas intéressant et important qu'il aurait été indispensable de prendre en considération. Le fait est qu'en étudiant l'émission secondaire, nous considérons ce phénomène comme le résultat de l'action des électrons primaires sur les parties métalliques avec une certaine différence de potentiel, mais nous avons omis l'influence de la chaleur sur des parties métalliques (plaque, grille, supports, etc.) qui peuvent être parfois portées à l'incandescence. Dans ce cas, les parties métalliques sont capables de donner trois genres d'émissions : *a*) à température basse : ions ; *b*) à température moyenne : électrons ; *c*) à température élevée : corpuscules (charge de même signe que les électrons). Il est possible d'englober la formation de ces différentes émissions à propriétés variées dans une catégorie : émission secondaire par l'action de chaleur, que nous marquons par un B majuscule au début de notre classement. Cette catégorie d'émission doit, sans aucun doute, compliquer les principaux phénomènes d'émission secondaire.

Ayant établi et étudié le bref classement, ainsi que les propriétés principales de l'émission secondaire, nous devons nous arrêter à l'étude technique d'essais des lampes T. S. F., du point de vue de l'émission secondaire. Nous avons déjà noté au début que la lampe à vide ne peut être bien étudiée que lorsqu'il est possible d'étudier et de définir tous les principaux phénomènes se produisant dans les lampes (étude du flux principal des électrons, d'ionisation, de l'isolement, des perturbateurs, de l'effet de grille, l'émission secondaire, etc.)

Comprenant toute l'importance de l'étude de cette dernière question pour les lampes, nous proposons ici une méthode simple ayant pour but la découverte de l'émission secondaire, dans ce cas : émission secondaire par la grille vers le fil. Le fait est que lors des essais des lampes T.S.F., essai statique, en remplissant toutes les conditions normales de l'expérience (E_{ch}, I_{ch}, E_p, I_p, E_{gr}, I_{gr} etc.) l'on peut remarquer que lors de l'augmentation de la tension de grille, le courant de grille (I_{gr}) augmente, puis, ayant atteint son maximum, diminue progressivement pour arriver, enfin, à 0 ; il peut même changer de signe (cela est visible sur les courbes générales d'émission secondaire, comme nous la donnons à la figure 1.

Les expériences ont démontré que les allures de ces courbes possèdent les aspects les plus variés. Il a même été possible d'établir que les lampes à plaque Ni possèdent des courbes tombant rapidement, alors que les courbes des lampes à plaque Mo ont des courbes tombant très lentement. L'étude et la comparaison de ces courbes donne immédiatement une idée de la différence des dites courbes, ainsi que la différence de l'émission secondaire dans ces lampes (voir fig. 7).

Digitized by Google

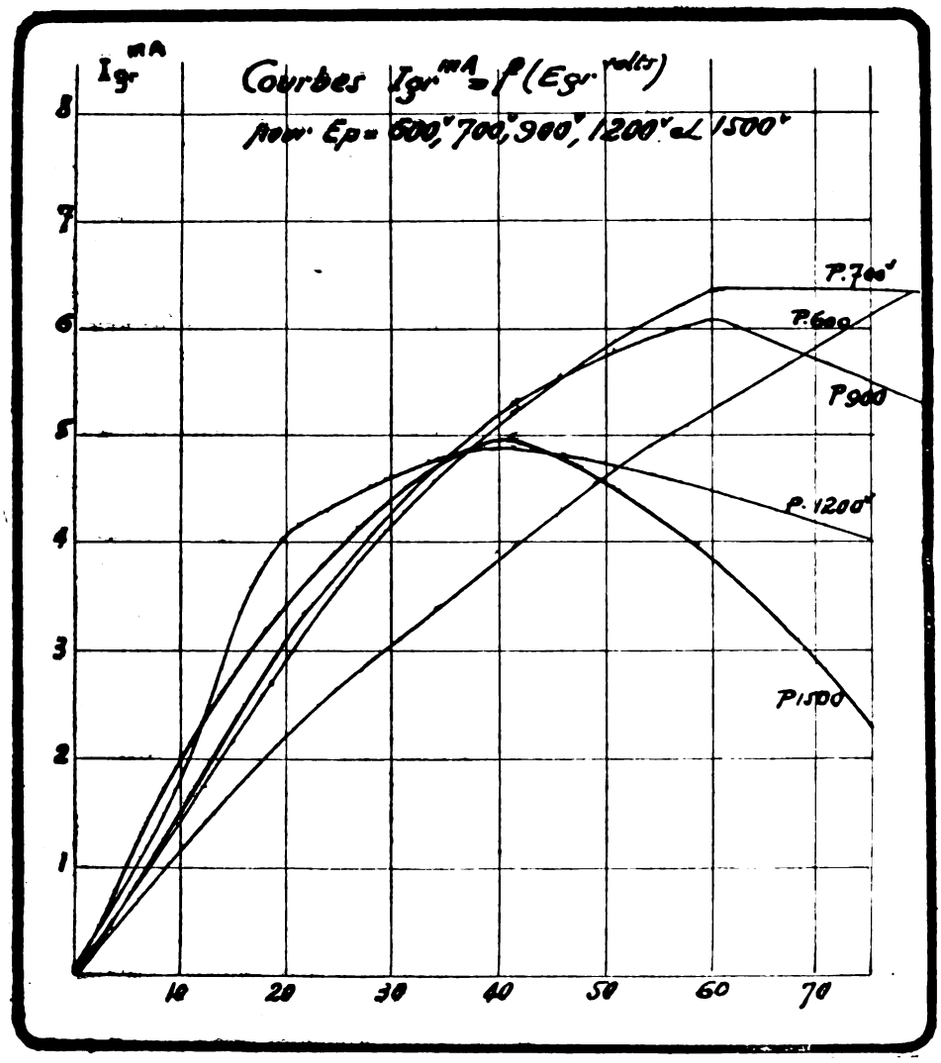


Fig. 4 *b*.

Emission secondaire en fonction de tension de plaque (émission secondaire par la grille vers le filament)

Le phénomène commun, la chute des courbes pour les deux lampes peut être expliqué comme étant le résultat de l'émission secondaire par la grille dirigée vers le filament. En modifiant la valeur de la tension de grille ($+ E_{gr}$) l'on peut de cette manière tracer ces courbes et déterminer toute une série de valeurs importantes qui peuvent servir pour trouver l'émission secondaire de la lampe. Lors de l'étude de ces courbes, il est nécessaire de noter, avant tout, le point A qui donne la tension de grille positive avec laquelle l'émission secondaire par la grille vers le fil est égale à 0. Ceci est un point très important. En augmentant progressivement la tension de grille positive il est possible de trouver enfin un point B, où l'émission secondaire est égale à l'émission primaire (I émission secondaire = I émission primaire). La valeur de l'émission secondaire dans ce cas est égale au maximum du courant de la grille ($+ I_{gr}$) pour la tension de grille au point A. En déterminant ces deux points de la tension de grille (A et B) qui peuvent servir de critérium à l'émission secondaire, il serait encore important d'introduire une unité spéciale pour la définition de *l'émission secondaire*. Dans ce sens, il serait intéressant de définir l'émission secondaire dans la lampe comme le rapport : $\frac{I_{gr\ mA}}{E_{gr\ v.}}$. On mesure I_g mA et E_{gr} volts sous la condition que : I l'émission primaire = 1 l'émission secondaire. Cette unité pourrait être appelée : rapport d'émission secondaire, ou encore : pente d'émission secondaire, soit, en abrégé : *es* (émission secondaire) et que l'on exprimerait en mA. volts. On pourrait, à l'aide de cette unité, comparer l'état de l'émission secondaire de chaque lampe. Plus la pente est grande, plus l'émission secondaire est développée et, inversement, plus la pente est petite, plus l'émission secondaire est insignifiante ; c'est-à-dire que les lampes, dont les courbes ont une chute rapide, possèdent une émission secondaire sensiblement supérieure à celle des lampes avec courbes à chute lente. L'introduction de cette unité permettra de déterminer l'émission secondaire d'une manière méthodique et régulière lors des essais de lampes T. S. F., de pair avec des valeurs telles que la puissance dissipée, I_p, E_p, E_g, I_g, l'ionisation, etc. Cette même méthode que nous venons d'établir pour déterminer l'émission secondaire par la grille vers le fil, peut très bien être utilisée dans d'autres cas : pour constater la présence de l'émission secondaire par la grille vers la plaque, ainsi que pour l'émission secondaire par la plaque vers le fil. Dans le premier cas, il est nécessaire d'étudier la sursaturation qui se produit uniquement par la faute de l'émission secondaire par la grille vers la plaque. (voir fig. 2). Dans le second cas, l'on détermine la diminution de I_p lors de l'augmentation de E_{gr}., ce qui, conformément à la méthode susindiquée, permet de déterminer d'une manière exacte l'émission secondaire par la plaque vers le fil.

Mais comment préserver les lampes T. S. F. contre l'émission secondaire ? Nous pouvons noter actuellement les installations suivantes, réalisées dans un but de protection contre l'émission secondaire. Avant tout : 1° afin de diminuer l'émission secondaire, il est nécessaire de prendre pour la plaque un métal moins émissif, c'est-à-dire, par exemple, M° au lieu du nickel ; 2° il faut veiller au bon vide de la lampe, car le gaz occlus dans la lampe facilite ou modifie la formation de l'émission secondaire ; 3° il faut parfois couvrir les parties métalliques de la plaque de noir de platine (Hull). La question de trouver un métal favorable à un degré quelconque à l'émission secondaire est d'une importance toute spéciale dans la recherche des lampes à résistance négative et, en particulier, des lampes à écran, où l'on recherche la modification de la courbe

$$I_{pl} = (E_{pl}) \text{ en } \begin{cases} E_{g\ \text{écran}} \\ E_{g\ \text{contrôle}} \end{cases} = \text{const.}$$

1° l'émission secondaire diminue vraisemblablement aussi avec l'introduction d'un gaz à fort potentiel d'ionisation ; 5° enfin, il est parfois très utile pour la protection contre l'émission secondaire d'installer une grille spéciale. Etudions ici en détail les deux installations de la grille contre l'émission secondaire pour la lampe T. S. F. — *a*) de réception et *b*) d'émission — les plus intéressantes.

A) *Lampes de réception.* Tel est l'exemple très intéressant du protecteur contre l'émission secondaire de lampe de réception (type pentode)

Nous donnons ici les caractéristiques principales des lampes construites ayant ce protecteur :

Filament : E*ch* = 4 volts
Tension plaque : 50 — 150 volts
Tension grille médiane : 50 — 150 v.
Courant de saturation *a* supérieure à 50 mA
Coefficient d'amplification : 100
Résistance interne : 55.000Ω
Pente en mA/volts = 1,8

Digitized by Google

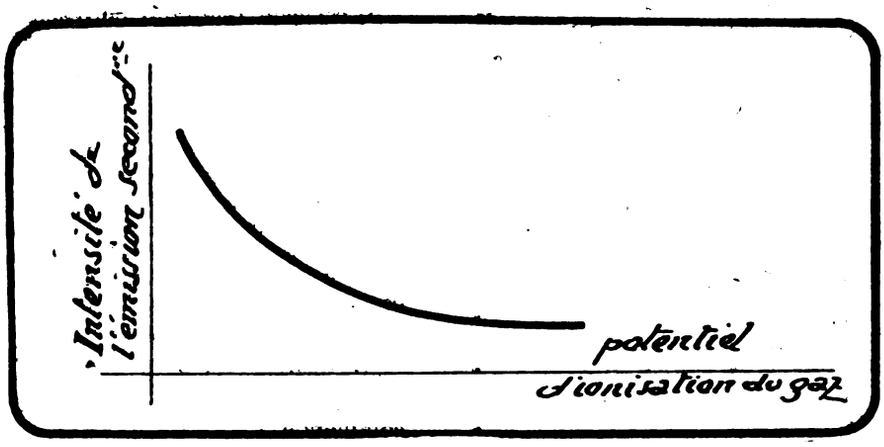


Fig. 5.

Courbe d'émission secondaire en fonction du potentiel d'ionisation.

L'on emploie dans ce cas une grille ordinaire, disposée plus près de la plaque (grille extérieure). Cette grille communique avec le milieu du filament. Lorsque, pendant le fonctionnement la lampe, la tension plaque reçoit un potentiel inférieur à celui de la grille médiane, ce protecteur arrête le flux nuisible de l'émission secondaire. Le but principal de cette grille contre l'émission secondaire est la suppression du crochet qui se produit dans la courbe $I_p = f(E\ pl)$. En étudiant les différentes lampes à écran, on peut remarquer que la courbe fondamentale $I_p = f(E_p)$ avec E_g écran et E_g contrôle - const. a l'aspect caractéristique suivant (voir la fig. nº 8).

La profondeur de ce crochet, ainsi que ses dimensions pour les différentes lampes, ont des valeurs différentes et dépendent uniquement de l'émission secondaire des lampes. Ainsi que nous l'avons déjà noté, l'utilisation des métaux, pour la plaque et la grille, de capacités d'émission secondaire différentes permet de régulariser et de modifier ce crochet. Quant à l'utilisation de la grille contre l'émission secondaire, elle permet de supprimer presque entièrement ce crochet ; la courbe prend alors l'aspect indiqué à la figure 8 (courbe - - - -). Il apparaît que la suppression complète du crochet peut être obtenue par la jonction de cette grille au filament de 4 volts. Toutefois, cela paraît incommode du point de vue constructif ; cette grille est donc généralement réunie avec le milieu du filament à l'intérieur de la lampe. De cette manière, un tel protecteur contre l'émission secondaire, en se trouvant tout le temps sous le même potentiel du filament, ne peut naturellement pas suivre avec toute la souplesse voulue toutes les modifications qui se produisent dans l'émission secondaire pendant le fonctionnement de la lampe, ainsi que corriger une certaine différence qui existe toujours entre le travail des lampes statique et dynamique : l'essai statique accuse une suppression de l'émission secondaire (disparition du crochet) ; tandis que à l'essai dynamique on remarque une certaine différence qu'il est indispensable de prendre en considération. Dans ce sens, il est utile de réunir la grille contre l'émission secondaire non pas au filament, mais bien avec la plaque, à l'aide d'une résistance variable de 10.000 ω à 1 Ω. Dans certains cas, lorsque le régime de lampe est bien étudié, il est possible de choisir la résistance de valeur optima et de la placer directement dans le culot de la lampe ou à l'extérieur, à l'aide de bornes spéciales. Nous donnons ici deux schémas qui présentent clairement les deux installations (à l'intérieur du culot, avec la résistance optima et à l'extérieur, avec la résistance variable) (Voir les schémas fig. 9 *a* et fig. 9 *b*.)

Un tel protecteur, possédant une grande capacité de souplesse, permet d'adapter la lampe à différents montages, dans le but de trouver les meilleures conditions pour la disparition de l'émission secondaire (suppression du crochet de courbe), de sorte que ce protecteur permet d'augmenter la puissance de la lampe, son rendement, et augmenter la stabilisation du fonctionnement conformément aux conditions du fonctionnement de la lampe (montage, régime, etc.).

B) *Lampes d'émission*. Dans ce cas, nous trouvons intéressante la lampe d'émission Prince, puissance de 1 kw, qui réalisa une grille de commande spéciale (les fils de la grille de commande sont parallèles au filament). Cette lampe possède une caractéristique intéressante :

$E_f = 15{,}5$ amp. $E_p = 150$ v. ; E_g contre émission second. = 75 ; $I_p = 1{,}2$ amp pour E_g commande = 200 volts.

Cette valeur ($I_p = 1{,}2$ amp.) se

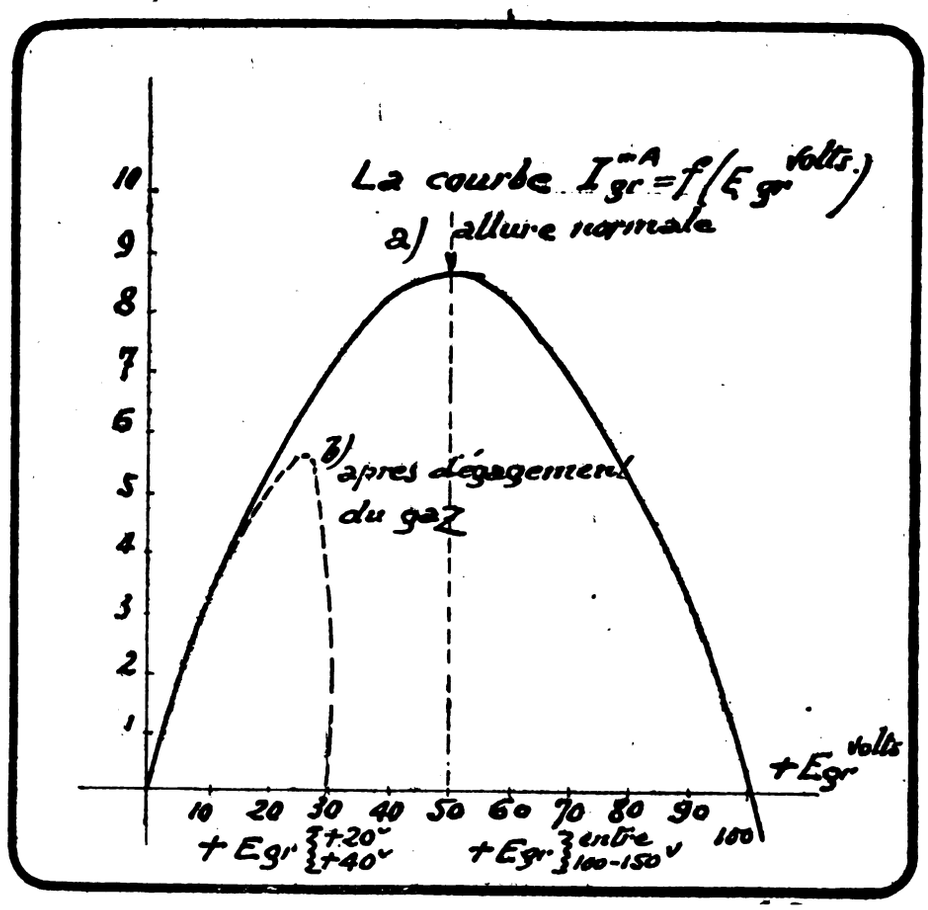


Fig. 6.

Lampe (ayant du gaz occlus).

Ech = 6v., 8. — P dissipée = 195 watts. — Ep. = 1500v. Ip = 130 mA. — Eg = + 50v. — I gr = 9mA.

Digitized by Google

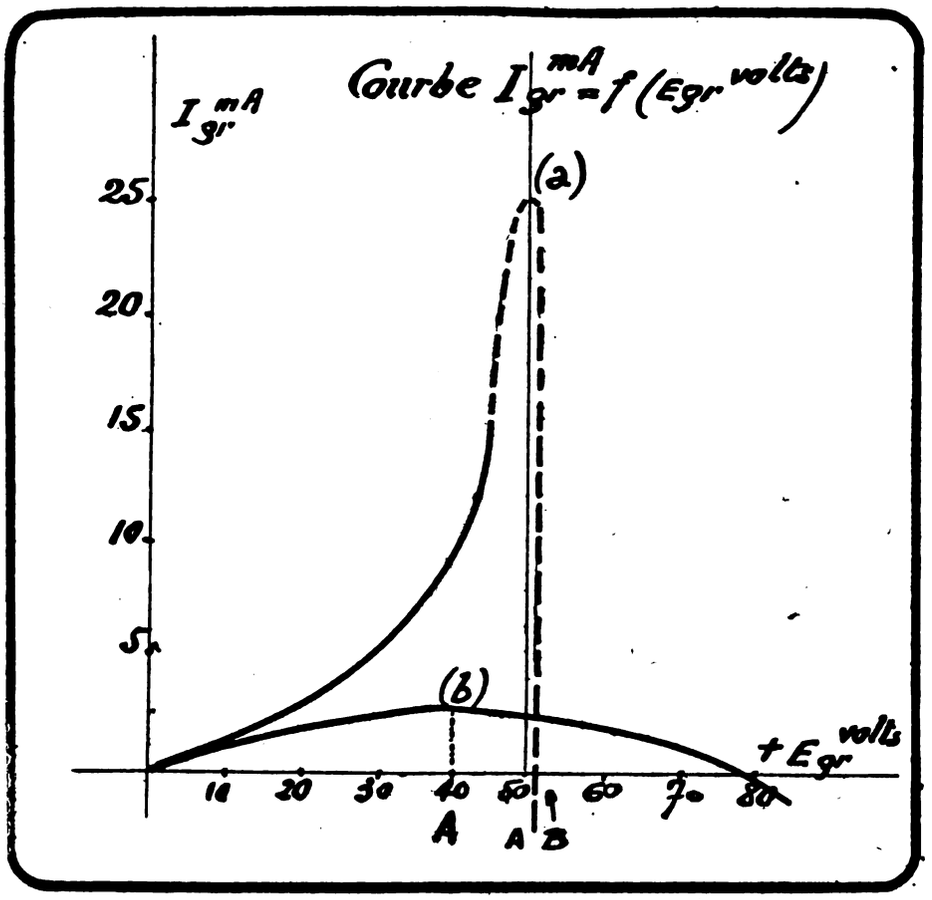


Fig. 7.

L'influence de la nature de la plaque sur l'émission secondaire.

a) Lampe avec plaque Ni. Ech : 9v.8 ; Ep = 1900 v.

b) Lampe avec plaque Mo. Ech = 5v. ; Ep = 1000v.

conserve même dans le cas où E_g commande augmente jusqu'à 400 volts. Nous voyons donc que l'effet de la résistance négative de lampe est presque réduite à 0 ; la lampe perd ses propriétés de dynatron, c'est-à-dire que, malgré l'importante augmentation de la tension de la grille de commande, I_p ne diminue pas. Cette différence est visible à l'étude comparative des courbes, où l'on voit clairement la suppression de l'effet de résistance négative pour la lampe d'émission avec protecteur contre l'émission secondaire (voir fig. 10).

En étudiant ces deux intéressantes installations — les protecteurs contre l'émission secondaire, tant pour les lampes d'émission que pour les lampes de réception — l'on peut parvenir à un résultat pratique important : augmentation du rendement de la lampe et, de là, augmentation du rendement du poste. Dans le premier cas (lampes de réception), ainsi que nous le voyons sur la courbe figure 8, nous avons, à l'aide du protecteur contre l'émission secondaire, modifié les courbes fondamentales de la lampe — $I_p = f(E_p)$ — le crochet disparaît et nous travaillons à l'aide de la courbe (fig. 8 — — — —).

Il est clair que nous pouvons, dans ce cas, augmenter le rendement du poste avec une tension de plaque sensiblement faible, pour 50 à 60 volts par exemple.

Dans le second cas (lampes d'émission), nous augmentons sensiblement le rendement du poste en travaillant avec la tension de grille et le minimum de tension de plaque, tout en conservant une intensité considérable (I_{pl}) ce qu'il est impossible de réaliser sans le protecteur contre l'émission secondaire, car, dans ce cas, l'effet dynatron motiverait une diminution très rapide de I_p pour une augmentation E_g commande.

C'est une des grandes et précieuses adaptations pratiques qui permettent d'augmenter la puissance et le rendement de la lampe et du poste.

En principe, toutes les lamps T. S. F. d'émission et de réception, lorsqu'elles sont suffisamment puissantes et que leur travail se poursuit avec une variation E_{gr}. considérable, alors que les phénomènes d'émissions secondaires sont suffisamment développés, devraient être munies de tel ou tel autre protecteur contre l'émission secondaire.

1° Lampes d'émission, amplificateur de puissance (pour l'émission, forte amplification téléphonique et phonographique), où la grille possède un potentiel suffisamment élevé.

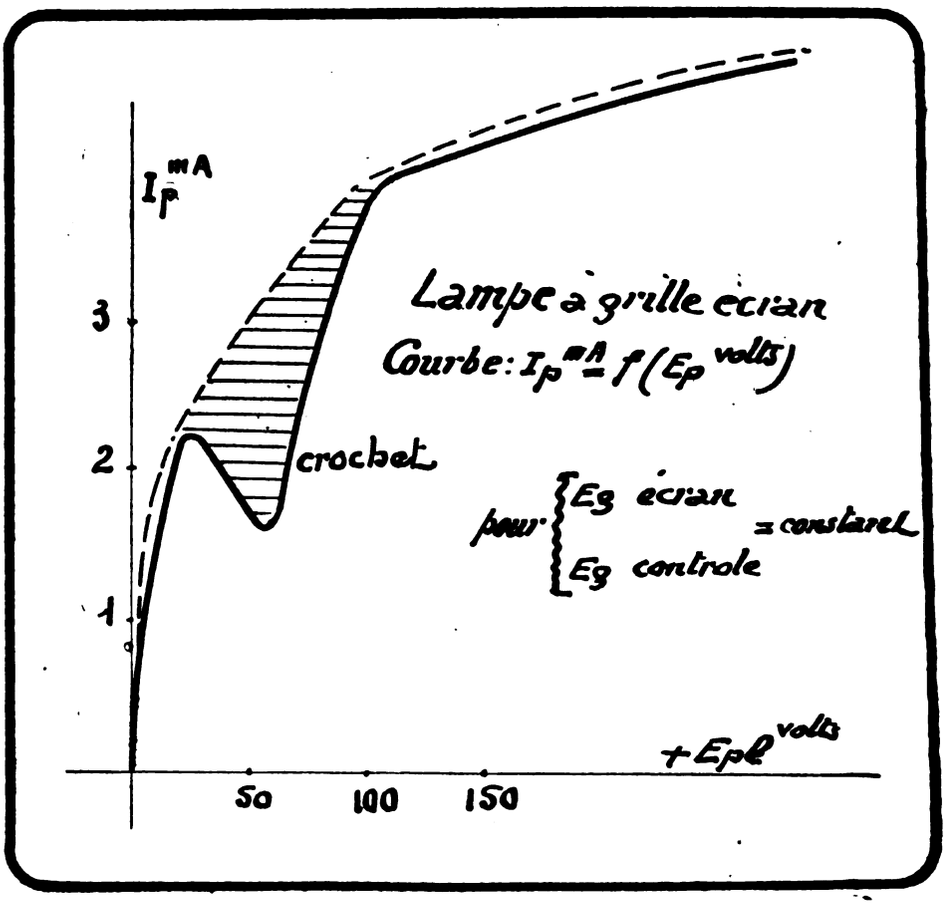


Fig. 8.

Digitized by Google

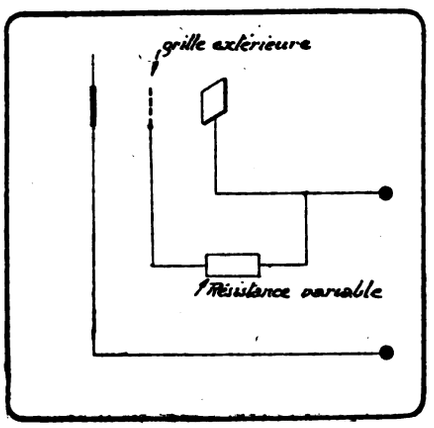


Fig. 9 *a*.

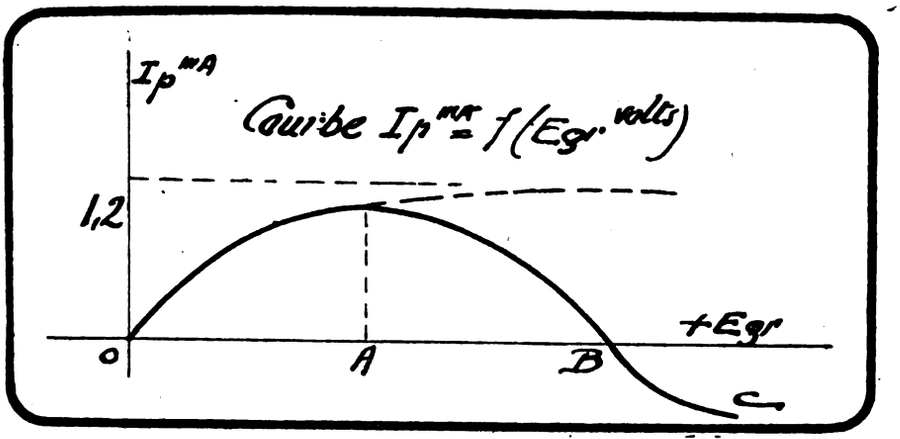


Fig. 10.

Lampe Prince 1 law.

Essai { Epl = 150 v.; Ip = 1 a. 2. — Egr = 200 v. — 400 v. commande.
Ich = 15,5 Amp. — Eg ecran = 75 volts.

Emission secondaire par la plaque vers le filament la partie de courbe A-B-C etc., qui donne la diminution du courant fil-pl (effet dynatron).

Allures de courbes : ———— lampe ordinaire ; — — — — lampe Prince.

2° Lampes de réception spéciales : type pentodes et à écran. Application : BF (pentodes), HF (à écran). Grille contre l'émission secondaire. Dans ce dernier cas (lampes à écran) des difficultés considérables se produisent à la construction pour le placement de la grille susmentionnée dans la lampe à écran et il faut reconnaître que cette lampe à protecteur est encore irréalisable.

Dans les deux cas, en utilisant le protecteur contre émission secondaire, nous augmentons le rendement et la puissance de l'installation et lui procurons une stabilisation plus grande. En même temps, nous supprimons la distorsion et la déformation de la transmission ratiotéléphonique et radio télégraphique, tant pour l'émission que pour la réception.

L'étude rationnelle de cette question de l'émission secondaire doit donc avoir un grand avenir dans la technique de l'amplification de puissance et tout particulièrement pour l'amplification de puissance dans les cas d'émission où il est indispensable de surveiller très attentivement la fidèle amplification de lampe de puissance après la modulation du courant microphonique.

L'émission secondaire dans les lampes T. S. F., de même que le phénomène nuisible de l'ionisation, doivent être particulièrement bien étudiés, car le phénomène absolument incompréhensible de la mauvaise modulation radiotélégraphique au poste d'émission se produit, dans certains cas, par la suite de l'émission secondaire de la lampe amplificateur de puissance.

Nous sommes donc encore une fois amenés à confirmer ici notre opinion que la lampe T. S. F., avec ses phénomènes physiques intérieurs compliqués et qui doivent attirer toute notre attention (recherches et essais), occupe la place centrale et la plus importante dans les problèmes de la radio-communication (émission et réception). Elles en sont l'organe le plus important et le plus sensible, organe qui peut motiver les conséquences les plus variées, parfois les plus inattendues et les plus imprévues.

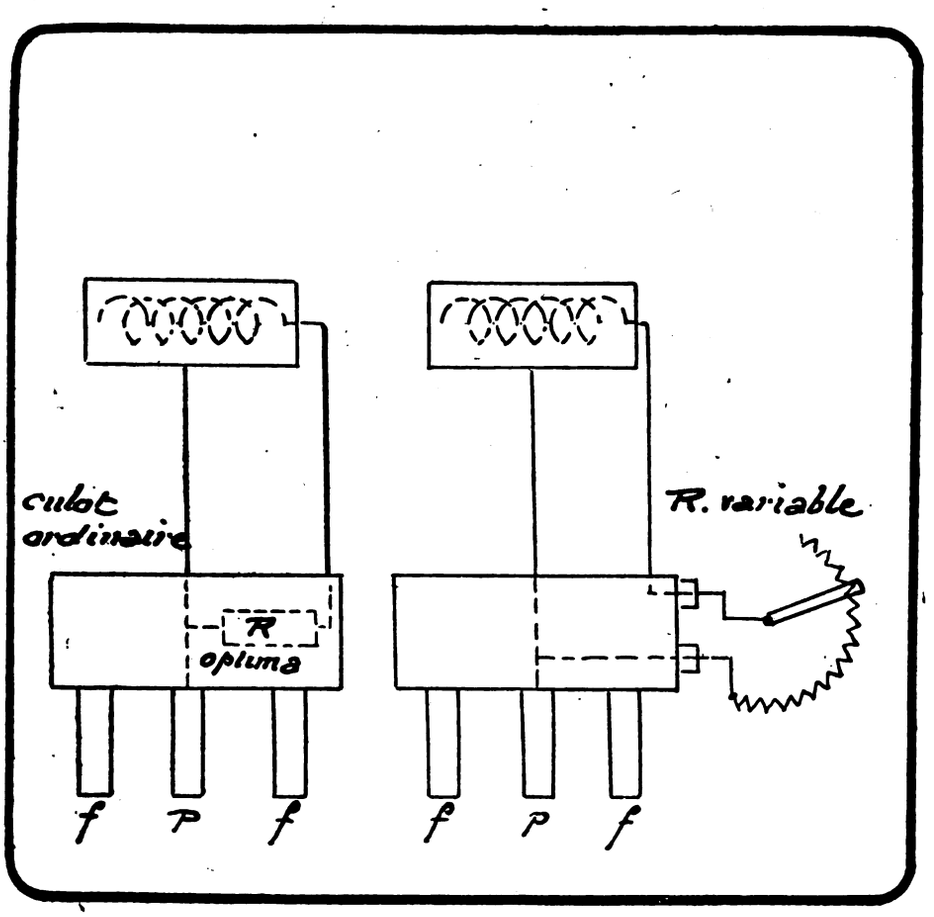


Fig. 9 *b*.

Nota : Grilles médiane et intérieure ne sont pas indiquées.

Alexandre KIRILOFF
Ingénieur Radio E. S. E.

Digitized by Google

Sur la réalisation des émetteurs

Un circuit d'émission sur ondes courtes est habituellement d'une réalisation beaucoup plus simple qu'un montage récepteur radiotéléphonique de Broadcasting. Il résulte de ce fait que certains rédacteurs ne jugent pas utile de s'étendre sur cette partie ou, s'ils y consacrent un paragraphe, l'écourtent le plus possible.

Un émetteur exige cependant tant pour la disposition des différents organes que pour le câblage certaines précautions que nous allons nous efforcer de résumer brièvement. Le montage étant différent suivant le circuit choisi, sa puissance et le but envisagé, si une initiative doit être laissée à l'amateur, il est des détails généraux qu'il importe d'observer dans toute réalisation.

Disposition des organes
Circuits oscillants

En premier lieu on a intérêt pour éviter ou diminuer les pertes, à grouper les organes qui, assemblés, constituent un *circuit spécial* et à diminuer la longueur des connexions autant qu'il peut être raisonnable de le faire. Le schéma de réalisation devra être construit à partir du ou des circuits oscillants générateurs et se développer ensuite jusqu'aux derniers détails.

Si nous considérons le schéma très simplifié d'un émetteur (fig. 1), nous voyons que le circuit C-G est parcouru par un courant de haute fréquence d'intensité importante. Il importera donc avant tout que les deux points de liaison *a* et *b* entre l'inductance G et la capacité C disposée en parallèle sur celle-ci, présentent une résistance très faible au passage du courant. On arrivera pratiquement à ce résultat en utilisant un condensateur d'accord d'émission muni de bornes ou de pattes à souder d'une surface convenable. Dans bien des cas et lorsque la chose est possible, l'amateur peut remplacer lui-même les bornes prévues par le constructeur par d'autres de 4 ou 6 mm. avec tête de vis cylindrique et embase soudée sur l'armature. Nous avons eu déjà l'occasion de déplorer l'absence en France de condensateurs variables prévus spécialement pour l'émission : nos collègues d'outre-Atlantique disposent de capacités soigneusement isolées pour les fréquences très hautes, à lames écartées, à contacts sur tiges de 8 ou 10 mm. par écrous papillon à large embase et disposés de façon à faciliter la fixation des selfs cylindriques.

L'ensemble C-G doit constituer un bloc robuste dans lequel toute résistance au passage du courant est supprimée, et fixé sur la plan-

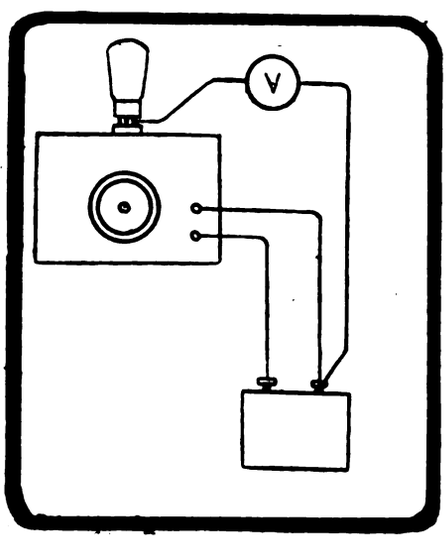


Fig. 1.

che de base au moyen d'un support isolant soutenant la capacité. On évitera de serrer sous la même borne l'extrémité de la self et la connexion reliant l'ensemble C-G au reste du circuit, le contact C-G risquant dans ce cas de n'être point parfait. Dans le schéma de la fig. 1 les connexions grille et filament H. T. seront de préférence effectuées sur une borne distincte ou mieux soudées directement aux armatures de C. L'idéal consiste, évidemment, à souder également la self sur le condensateur, mais dans ce cas le passage rapide d'une bande à une autre est interdit à l'opérateur, à moins que celui-ci n'ait prévu l'interchangeabilité de tout le bloc isolant.

Dans les circuits dits « à grande capacité » on a coutume de doubler le condensateur C par un autre de faible valeur permettant le réglage exact sur la λ choisie, ce qui serait délicat à obtenir même avec l'aide d'un bon démultiplicateur. Il paraît inutile de souligner ici aussi l'importance des contacts. Nous rappelons qu'un circuit « à grande capacité » permettant d'améliorer sensiblement la stabilité de l'onde se compose d'un condensateur de valeur assez élevée (0,5 pour les 40 mètres par exemple) et d'une self de peu de spires.

On a intérêt, pour diminuer la longueur des connexions, à disposer la lampe (oscillatrice ou amplificatrice suivant les cas) aussi près que possible du ou des circuits oscillants, ce qui réduit l'encombrement. L'émetteur Hartley « H. 29 » que nous avons décrit en détails dans *L'Antenne* est réalisé suivant cette conception qui, du reste, peut s'appliquer à n'importe quel circuit courant.

Nous arrivons ainsi au « bloc » circuit oscillant-lampe dans lequel les pertes sont réduites à l'extrême sans pour cela que tous les organes cessent d'être parfaitement accessibles.

Suivant la forme du condensateur et la disposition de ses platines, le support de lampe peut être fixé directement sur l'une de celles-ci ou immédiatement au-dessus de la capacité sur le panneau avant. La fig. 2 donne un montage de circuit Hartley réalisé suivant ces directives.

Les qualités d'un condensateur variable de circuit oscillant peuvent être résumées de la façon suivante :

a) Grande solidité.

b) Lames écartées suivant la puissance mise en jeu et le circuit employé.

c) Armatures reliées à des bornes de dimensions raisonnables disposées à l'arrière ou à la partie supérieure et suffisamment écartées.

d) Absence totale de pertes en haute fréquence.

e) Contact parfait du rotor avec sa borne correspondante.

f) Grande douceur de manœuvre. Rotation sans à-coups.

g) Pattes ou organes de fixation permettant d'obtenir une rigidité absolue de l'ensemble.

Dans bien des cas il est préférable de choisir un accessoire de fabrication ancienne mais soignée, à platines circulaires d'ébonite pure,

Digitized by Google

dont on doublera l'écartement des lames et que l'on pourra modifier à son gré.

Les selfs devront être réalisées de telle façon que les bénéfices escomptés par l'emploi d'une bonne capacité ne puissent être compromis. Elles seront constituées par un enroulement cylindrique en tube de 40 à 60/10 de mm. sur un mandrin de petit diamètre, à spires écartées et parfaitement régulières. Le diamètre de ces inductances sera compris entre 50 et 75 mm. ce qui diminue l'encombrement, le champ et la tendance à la vibration. Après bobinage sur le mandrin les extrémités sont coudées, aplaties, puis percées. L'interchangeabilité reste ainsi toujours possible et les contacts parfaits. Le tube est préférable au conducteur plein, il unit à un prix raisonnable une réalisation plus aisée et un poids faible. Pour un diamètre de 5 à 7 cm. il ne sera pas utile de recuire le métal, par contre le conducteur devra avoir été parfaitement dressé et nettoyé.

Le câblage reliant le bloc oscillant aux différentes parties du circuit devra être effectué en fil nu de grosse section d'une façon simple et rationnelle. On évitera tous couplages magnétiques et on veillera à ce que la ou les selfs d'arrêt H.F. ne soient pas trop rapprochées des inductances grille ou plaque.

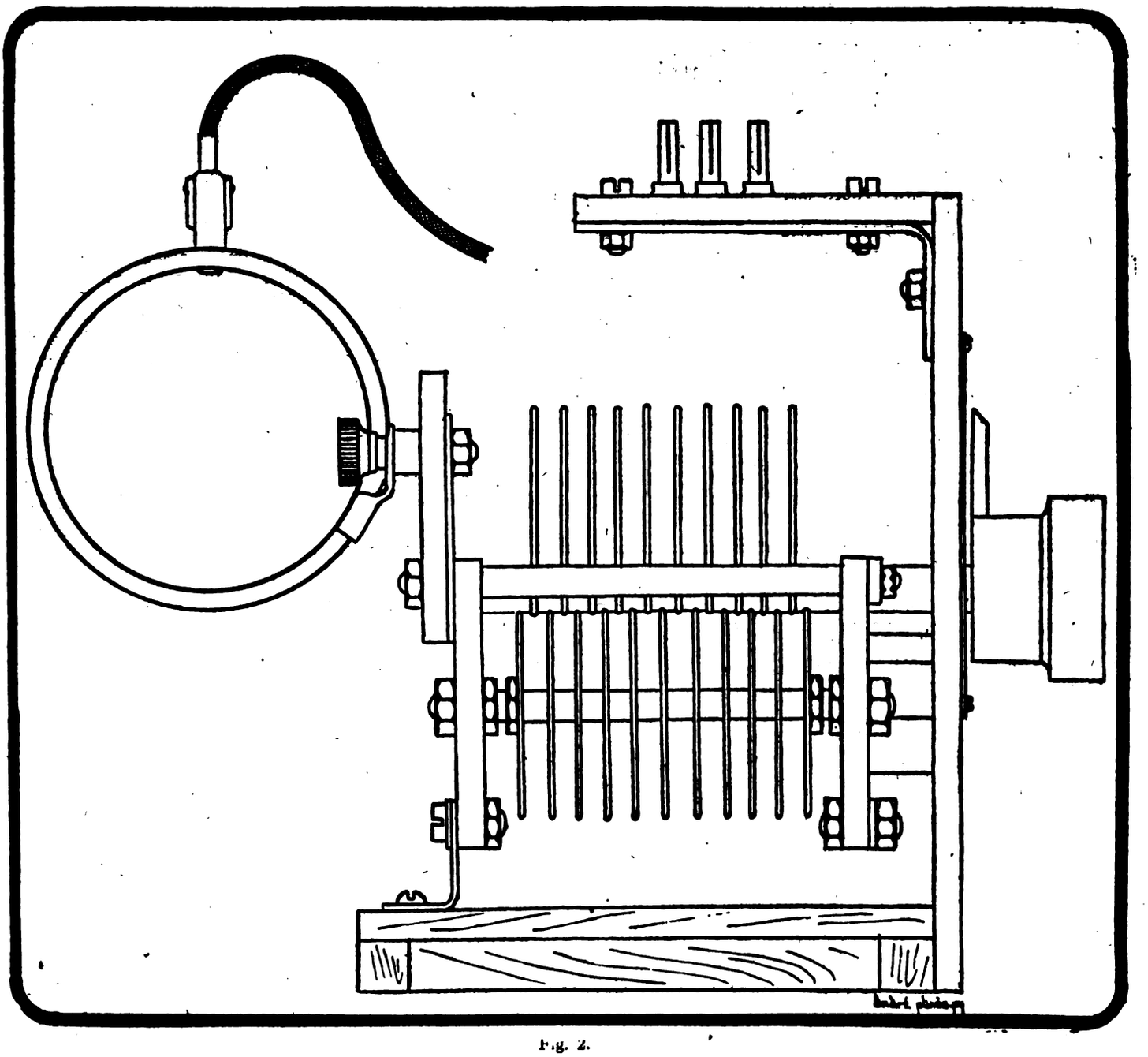


Fig. 2.

Selfs de choc H. F.

Pour réduire à la fois et le champ et l'encombrement, il sera convenable de leur donner un diamètre faible. On obtiendra de bons chocs pour la bande 40 mètres en enroulant de 1.000 à 1.200 spires en fil 2/10 sous soie dans 8 ou 10 gorges d'un mandrin dont les caractéristiques se rapprocheront de celles types indiquées ci-dessous :

Longueur du mandrin	77 à 80 mm.
Nombre de gorges	10
Largeur des gorges	3 mm.
Distance entre gorges	3 —
Diam. ext. du mandrin	30 —
— int. —	20 —

Digitized by Google

Ce mandrin sera tourné dans du bois dur : buis, noyer, etc. plongé dans un bain de paraffine fondue pendant 10 minutes puis fendu jusqu'à l'axe par un trait de scie pour le passage du fil d'une gorge à l'autre. Il est inutile de paraffiner le buis dont la texture très serrée ne s'imprégnerait pas d'isolant. Il est indispensable, si on veut éviter l'éclatement du bois, de paraffiner le mandrin *avant* de donner le trait de scie.

Pour des chocs de grille (polarisation par exemple) on peut utiliser du conducteur de très faible diamètre (moins de 1/10) mais pour les selfs devant être traversées par le courant de plaque il importe que le fil soit au moins du 2/10 (résistance approximative d'un choc de 1.000 spires 2/10; 30 à 40 ohms) afin que la chute de tension soit négligeable.

On peut également constituer d'excellents chocs H.F. en enroulant 200 à 250 spires 2 à 3/10 sur un tube de carton paraffiné de 80 à 85 mm. de diamètre. Le bobinage devra être fait par fractions de 20 à 25 spires séparées par 4 à 5 mm.; les premières fractions étant prévues à spires très légèrement écartées. Toutefois ce type de self, en raison de son encombrement, ne peut guère être disposé que dans les fils d'alimentation H. T. entre la source de courant et l'émetteur, et extérieurement à celui-ci.

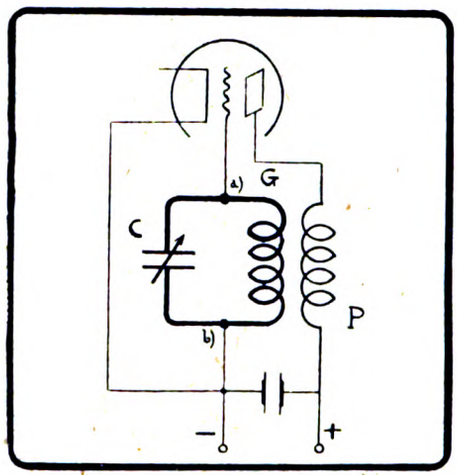


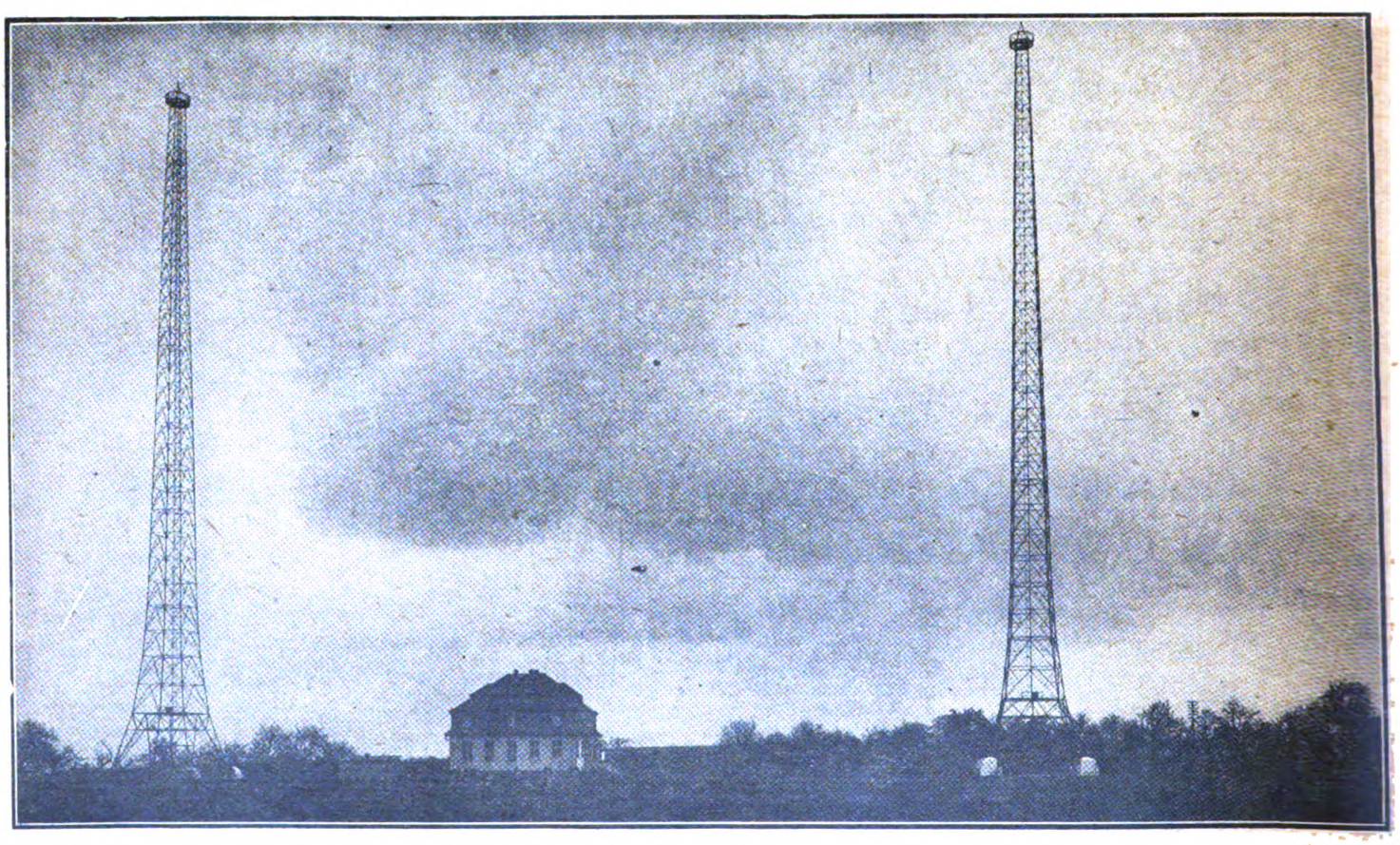
Fig. 3.

Circuit de chauffage

Il est des cas où un circuit de chauffage en fil de très grosse section est indispensable pour éviter une chute de tension qui, même faible, peut compromettre le rendement du tube. Si par exemple on doit alimenter des lampes du type CL. 1257 Métal avec une batterie de trois élèments ou un transformateur fournissant exactement 6 volts, il faudra que la résistance en circuit soit réduite à sa plus simple expression : les conducteurs devront avoir un diamètre suffisant et, point essentiel, les contacts aux bornes de la batterie, de l'appareil et aux broches des lampes devront être particulièrement soignés. Il est du reste très facile de se rendre compte de la chute de tension qui se produit entre la source de courant et les broches filament de la lampe en disposant un voltmètre à grande sensibilité entre ces deux points et en répétant l'opération pour chaque conducteur (fig. 3).

Enfin on veillera par-dessus tout à la parfaite rigidité de tout le circuit émetteur. Celle-ci sera obtenue d'une manière très simple en collant sous la planche de base quatre petites éponges en caoutchouc mousse qui l'isoleront des vibrations communiquées à la table par le manipulateur.

ANDRÉ PLANÈS-PY.



L'antenne de la station de Francfort.

Digitized by Google

L'ALTERNATIF

Les amplificateurs de puissance

LEUR ÉTUDE ET LEUR ALIMENTATION TOTALE SUR LE SECTEUR ALTERNATIF

LES amplificateurs de puissance, dont l'usage se généralise de plus en plus, qu'il s'agisse de phonographe ou de film sonore, sont des appareils où l'on a cherché à obtenir le plus possible de volume de son, tout en conservant une pureté parfaite.

Tous leurs détails ont donc dû être étudiés avec soin et il a été indispensable de les réaliser avec des organes parfaitement mis au point et répondant exactement à l'usage que l'on voulait en faire.

De plus, l'énergie consommée par ces amplificateurs étant assez grande, la tension plaque demandée par leurs lampes étant assez élevée, il a été nécessaire de les alimenter directement par le courant alternatif du secteur, les batteries d'accumulateurs s'étant révélées insuffisantes pour fournir convenablement la tension plaque exigée et demandant un entretien trop dispendieux.

Nous allons étudier avec nos lecteurs comment on peut s'y prendre pour établir un tel amplificateur, en déterminer les différents circuits, et calculer les résistances qu'il peut être nécessaire d'utiliser pour obtenir telle ou telle tension.

Afin de rendre plus clair cet exposé, nous allons nous poser un problème pratique et en rechercher la solution.

Supposons donc que nous désirons construire un amplificateur de moyenne puissance, capable de fournir une énergie modulée de l'ordre de 3 à 4 watts, et que nous voulons alimenter totalement cet amplificateur à l'aide du courant alternatif 110 volts fourni par le secteur.

La première chose à faire est le choix des lampes qui seront utilisées sur cet appareil, en tenant compte que la lampe de sortie doit être assez puissante pour supporter l'énergie qui va lui être demandée.

Dans le cas qui nous occupe, on pourra, par exemple, choisir la P 6 de Fotos, la E 408 de Philips, la L S 5 A de Gecovalve, ou la CL 1257 de Métal.

Ces lampes ont sensiblement les mêmes caractéristiques et donnent à peu près le même rendement. On peut donc prendre à son gré l'une ou l'autre d'entre elles. Toutefois, leurs caractéristiques en chauffage du filament n'étant pas semblables, nous ne ferons notre calcul que sur l'une d'elles, et nous prendrons par exemple la E 408. Bien entendu, si l'on désire en employer une autre, il n'y aura qu'à refaire l'étude ci-dessous, en tenant compte des caractéristiques de la lampe choisie. Cette lampe de puissance sera modulée elle-même par une petite lampe ordinaire que l'on choisira avec soin parmi celles dont le filament possède une très grande inertie calorifique, en particulier les lampes à chauffage indirect.

Dans l'étude que nous allons faire, cette lampe sera, par exemple, une E 415 de Philips. Bien entendu, comme pour la lampe de puissance, la lampe d'attaque peut être tout autre, mais il faut alors tenir compte de ses propres caractéristiques. Dans ce cas, on la choisirait parmi celles qui possèdent une pente assez prononcée, tout en ayant un facteur d'amplification en volts assez grand.

Examinons maintenant les caractéristiques des lampes que nous avons choisies ; nous trouvons :

Lampe E 408.

Chauffage	4 volts.
Intensité de chauffage	0,9 ampère.
Tension maximum de plaque	400 volts.
Intensité normale de plaque pour 400 volts	0,026 ampère.
Polarisation de grille correspondant à l'intensité normale	—30 volts.

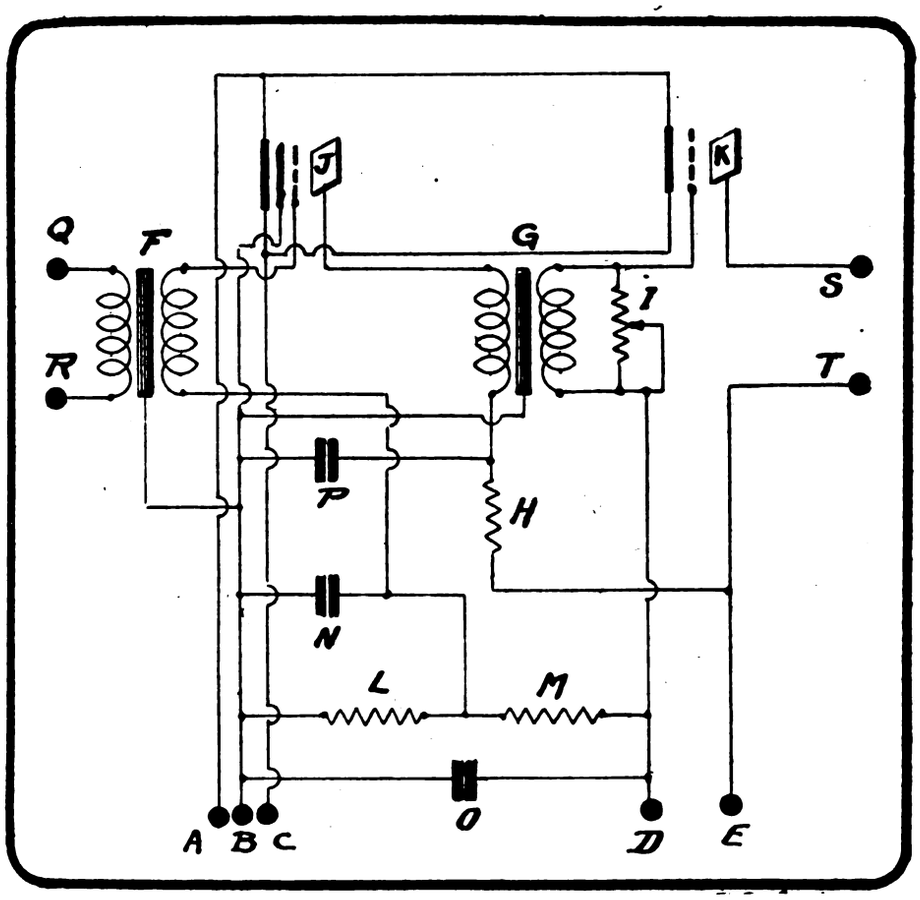


Fig. 1

Digitized by Google

Lampe E 415

Chauffage	4 volts.
Intensité de chauffage.....	0,9 ampère.
Tension maximum de plaque	150 volts.
Intensité normale de plaque pour 150 v.	0,004 ampère.
Polarisation de grille correspondant à l'intensité normale	4,5 volts.

milieu du secondaire du transformateur de chauffage.

Étudions le passage du courant-plaque dans la lampe de puissance K. Ce courant part de la borne E, passe dans le haut-parleur (branché entre les bornes S et T), traverse l'espace plaque-filament de la lampe, va de là au transformateur de chauffage par les bornes A et C, revient de ce dernier par la borne B, puis retourne à la borne D, c'est-à-dire au négatif de la

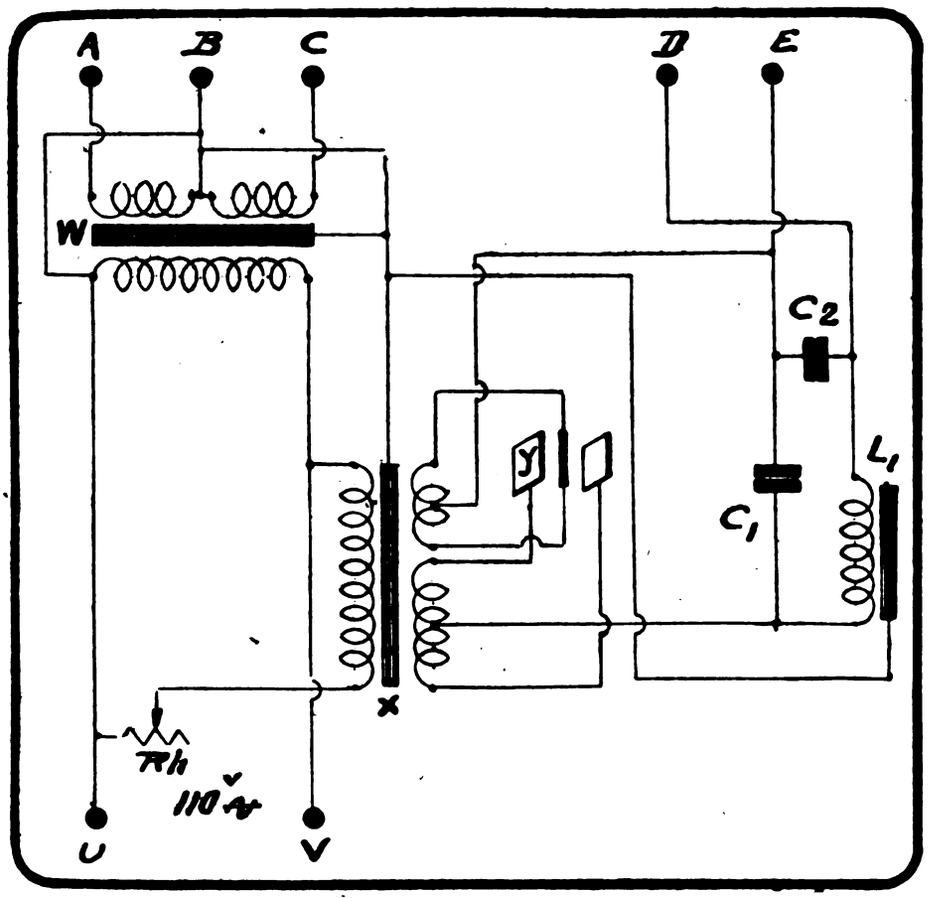


Fig. 2

Comme nous allons utiliser, pour la tension de plaque et la polarisation des grilles du courant redressé et filtré, nous devrons pouvoir disposer, à la sortie du filtre, d'une tension totale maximum de 400+30=430 v., correspondant aux plus hautes tensions employées.

Ces 430 volts devront pouvoir être fournis avec un débit de 0,026+ 0,004 ampère correspondant au débit des deux lampes utilisées.

Le chauffage des filaments devra être assuré par un transformateur donnant une intensité de $0,9 \times 2 =$ 1,8 ampère sous une tension de 4 volts.

Établissons maintenant le schéma de l'appareil que nous nous proposons d'utiliser (fig. 1), faisons arriver la haute tension aux bornes D et E, le + à E, le — à D. Les 4 volts alternatifs de chauffage des filaments arrivent entre les bornes A et C, la borne B correspondant à une prise placée au

source haute tension à travers les résistances L et M placées en série dans le circuit. Ces résistances ont pour but de créer une chute de tension qui sera utilisée pour fournir les tensions de polarisation. Elles sont traversées par la totalité du courant plaque des deux lampes, c'est-à-dire 0,030 ampère.

Comme la tension de polarisation à obtenir est de 30 volts, la résistance de l'ensemble L M doit être :

$$\frac{30}{0,03} = 1.000 \text{ ohms.}$$

Le courant plaque de la lampe d'attaque J suit le chemin suivant : il part de E, positif de la haute tension, traverse la résistance H, le primaire du transformateur G, l'espace plaque-cathode de J, et revient à D à travers L et M.

Cette lampe devant fonctionner à 150 volts plaque, la différence de tension avec celle de la source, soit 430 — 150 = 280 volts, est absorbée dans les résistances H, L et M.

Le courant permanent absorbé par la lampe étant de 0,004 ampère, la résistance totale de H, L et M nécessaire pour obtenir une chute de 280 v. doit être :

$$\frac{280}{0,004} = 70.000 \text{ ohms.}$$

La résistance de l'ensemble L M étant de 1.000 ohms, la résistance H doit avoir : 70.000 — 1.000 = 69.000 ohms et doit pouvoir supporter sans échauffement exagéré un débit de 0,004 ampère.

La tension de polarisation nécessaire au bon fonctionnement de la lampe J étant de 4,5 volts, le courant permanent traversant L étant de 0,03 ampère, la résistance L doit avoir une valeur de :

$$\frac{4,5}{0,03} = 150 \text{ ohms}$$

et la résistance M une valeur de 1.000 — 150 = 850 ohms. L'une et l'autre doivent pouvoir supporter sans échauffement exagéré un courant de 0,03 ampère.

S'il a été nécessaire de faire passer le courant continu à travers les résistances afin de créer les différentes tensions dont nous avions besoin, il faut, au contraire, que les courants modulés puissent passer librement. On est donc amené à shunter ces résistances par des condensateurs fixes N O et P de 2 microfarads. Les condensateurs N et O, qui sont placés sous des tensions très basses (4,5 v. et 30 v.), peuvent être du type cubique ordinaire des P. T. T.

En ce qui concerne le condensateur P, il faut prévoir que non seulement il se trouve continuellement placé sous une tension de 280 volts, mais que, de plus, en cas d'accident à la lampe J, il peut se trouver subitement sous 430 volts et même plus, si la lampe K saute en même temps que J.

On devra donc le prévoir avec un isolement identique à celui des condensateurs du filtre.

Les masses des transformateurs F et G, afin d'éviter certaines charges statiques qui produisent des ronflements, seront reliées à la borne B, qui sera reliée elle-même à la terre comme nous le verrons plus loin.

Une résistance variable I, dont la valeur peut varier de 200 ou 300 ohms jusqu'à environ un mégohm (genre Resistograd), est branchée en parallèle sur le secondaire du transformateur G et permet de régler à volonté le volume du son sortant du haut-parleur.

On remarquera que, dans cet amplificateur, il n'y a que les connexions de chauffage des filaments qui soient parcourues par du courant alternatif. On constituera avantageusement ces connexions par un câble sous plomb dont les deux conducteurs correspondent aux bornes A et C et la gaine

Digitized by Google

en plomb à la borne B. On obtiendra ainsi autour de ces deux conducteurs une véritable cage de Faraday qui protégera les autres circuits contre toute induction de ces conducteurs. L'ensemble de l'amplificateur sera enfermé entièrement dans un coffret métallique, relié lui-même à la terre par l'intermédiaire de la borne B.

Les deux bornes Q et R constituant l'entrée de l'amplificateur, peuvent être reliées soit à la sortie d'un récepteur ordinaire de T. S. F. (sortie de lampe détectrice), soit sur un pick-up, soit encore sur un microphone électromagnétique.

Alimentation.

Nous avons vu que nous avions besoin, pour alimenter notre amplificateur, d'une source de courant continu pouvant débiter 30 milliampères sous une tension de 430 volts, et d'une source de courant alternatif pouvant fournir 1,8 ampère sous 4 volts.

Ces deux sources seront, l'une et l'autre, obtenues en partant du courant alternatif du secteur dont la tension est généralement de 110 à 120 volts et la fréquence de 48 ou de 50 périodes par seconde.

Le schéma complet de l'alimentation est représenté par la figure 2.

Le 110 volts alternatif arrive aux deux bornes U et V, et de là, passe d'une part dans le primaire d'un transformateur-abaisseur de tension W dont le secondaire comporte 3 prises reliées respectivement aux bornes A B et C de l'amplificateur. Ce secondaire fournit, pour un débit de 1,8 ampère, une tension totale de 4 volts, soit 2 volts entre A et B, et 2 volts entre B C. Il fournit le courant de chauffage des lampes amplificatrices.

La haute tension, redressée et filtrée, est fournie par l'ensemble du transformateur X, de la valve biplaque Y, des condensateurs fixes C_1 et C_2 et de la self à fer L_1.

Comme nous l'avons vu, cette tension doit être de 430 volts entre les bornes D et E. Il faudra donc choisir en conséquence la valve de redressement et, d'après cette valve, le transformateur X.

Nous pourrons, par exemple, choisir comme lampe de redressement la valve U8 de Gécovalve, qui peut redresser des tensions alternatives allant jusqu'à 500 volts et qui peut débiter jusqu'à 120 milliampères pour les deux alternances. Cette valve, qui a une résistance interne de l'ordre de 160 ohms, créera donc, pour un débit de 0,03 ampère, une chute de tension d'environ 5 volts. La self L_1, d'une valeur de self-finduction de 100 henrys pour un débit de 0,03 ampère et qui aura une résistance ohmique de l'ordre de 800 ohms, créera, elle aussi, une chute de tension d'environ :

$$800 \times 0{,}03 = 24 \text{ volts.}$$

La chute de tension, dans le secondaire du transformateur, étant à peu de chose près la même que dans la self, on arrive, en additionnant avec la tension filtrée, à obtenir les différentes chutes de tension à l'intérieur du groupe d'alimentation, la tension qui doit être fournie par le transformateur X, soit :

$$430 + 5 + 24 + 24 = 483 \text{ volts.}$$

Nous arrondirons ce chiffre à 500 v. et, comme il est un peu fort, nous ramènerons la tension filtrée à la valeur voulue à l'aide d'une résistance Rh, intercalée en série dans le primaire du transformateur. La valeur exacte de cette résistance devra être déterminée expérimentalement, car elle dépend des pertes à vide du transformateur, de son rendement, etc. Après l'avoir déterminée une fois pour toutes, il sera inutile de retoucher à sa valeur.

Le transformateur X, en même temps qu'il fournit la tension plaque, doit alimenter le filament de la valve redresseuse. Il doit donc comporter un secondaire fournissant un courant de 2,4 ampères sous une tension de 7,5 volts. En définitive, ce transformateur doit être constitué par un primaire prévu pour 110 volts 50 périodes, un premier secondaire donnant deux fois 500 volts sous une intensité de 0,03 ampère et un deuxième secondaire fournissant deux fois 3,75 volts sous une intensité de 2,4 ampères.

Les transformateurs W et X, ainsi que la self L_1, seront blindés et leur masse sera reliée à la borne B qui sera branchée elle-même sur une des bornes du 110 volts ou, mieux, à une prise de terre.

Au cas où elle serait connectée au secteur, il faudrait prendre soin de la faire correspondre au fil neutre du secteur qui est en général relié lui-même à la terre.

Les condensateurs C_1 et C_2 du filtre auront chacun une capacité de 4 microfarads et, pour ne pas risquer leur claquage, on leur donnera un isolement suffisant pour parer à tous les accidents. Pour cela, on multipliera par 4 la tension à redresser, ce qui nous conduira à choisir des condensateurs isolés à 2.000 volts.

Comme dans l'amplificateur, les circuits parcourus par du courant alternatif seront câblés, ou mieux, constitués par du câble sous plomb dont l'armature sera reliée à la borne B et, par suite, à la terre.

On placera aussi l'ensemble d'alimentation dans une boîte métallique reliée à la terre.

Au cas où l'on désire monter un amplificateur plus puissant dont l'intensité totale du courant redressé et filtré devient supérieure à 100 milliampères, on peut alors utiliser comme lampe d'attaque une petite lampe ordinaire de réception dont le filament lui-même est alimenté en courant continu. Nous étudierons un tel appareil par la suite pour ceux d'entre nos lecteurs qui désirent un amplificateur de très grande puissance.

Tel quel, celui que nous venons de décrire est largement suffisant pour permettre des auditions publiques dans des petites salles telles que les petits cinémas ou les cafés.

R. ALINDRET.

En vous abonnant, l'exemplaire de « Radioélectricité et QST Français réunis » ne vous coûtera que cinq francs. Vous aurez en outre l'avantage de le recevoir régulièrement à domicile et, si vous vous abonnez avant le 28 février 1930, il vous sera fourni gratuitement une très belle carte radiophonique de l'Europe.

Digitized by Google

Les Redresseurs secs

ÉTUDE THÉORIQUE ET PRATIQUE

L'USAGE est d'appeler redresseurs secs des ensembles de corps présentant une conductibilité unilatérale sans intervention de phénomènes thermoioniques ou électrolytiques. Il est bien intuitif que ces ensembles peuvent se ramener à des couples de deux corps électriquement différents. On peut poser, en principe absolu, le fait que les deux corps doivent avoir des propriétés différentes, sans quoi, s'il y avait symétrie parfaite au point de vue physique, rien ne distinguerait les deux sens de passage du courant, et aucun effet de conductibilité unilatérale ne pourrait être constaté. La dissymétrie physique peut d'ailleurs être réduite à une dissymétrie mécanique : nous étudierons plus loin le cas assez particulier où les deux corps sont de même nature, mais où l'un d'eux est plus mobile que l'autre; nous verrons que, dans ce cas, on peut avoir un effet de redressement.

Remarquons encore que le contact des deux corps ne peut être électriquement parfait. Un tel contact, en effet, élimine toute discontinuité entre les constituants ; le couple se réduisant à deux conducteurs infiniment peu différents, tout effet sensible de redressement disparaît.

Ceci nous amène à étudier plus en détail le contact imparfait de deux conducteurs différents.

ÉTUDE D'UN CONTACT IMPARFAIT

Dans un conducteur quelconque, on peut distinguer trois régions : la région intérieure, la couche de passage, et la partie de l'espace voisine de la surface.

I. *Région intérieure.*

Les atomes sont rapprochés les uns des autres et sensiblement immobiles, ou tout au moins s'écartent fort peu d'une position moyenne bien définie. Ils n'ont aucun arrangement régulier dans les solides non cristallisés, sont au contraire disposés suivant les mailles d'un réseau à trois dimensions dans les cristaux. Il ne faut d'ailleurs pas croire que les corps qui ne semblent pas cristallisés sont amorphes : un fil de cuivre, par exemple, est formé d'une infinité de cristaux élémentaires, orientés dans toutes les directions suivant les lois du hasard, orientations qui expliquent la cohésion uniforme et l'absence de plans de clivage. Entre les atomes, dont la distance mutuelle est de l'ordre de 10^{-8} cm. reste un espace rempli d'une atmosphère d'électrons libres se déplaçant avec une vitesse moyenne u très grande, fonction croissante de la température, d'une façon analogue aux molécules d'un gaz. Ce sont ces électrons qui sont les agents de la transmission de l'électricité ; leur nombre par unité de volume détermine la conductivité : plus la densité volumique des électrons libres est grande, plus le corps est conducteur, et inversement.

II. *Couche de passage.*

Vue à l'échelle atomique, la notion de surface perd la belle simplicité de la donnée expérimentale et on doit avoir recours à une définition plus compliquée. On peut dire que la surface d'un corps est la plus petite S_1 des surfaces fermées mathématiques contenant toutes les particules matérielles caractéristiques du corps considéré, que ce soient des atomes ou des électrons. Cette définition s'accorde bien avec la notion ordinaire de surface : limite entre la région de l'espace contenant tout le corps et la région de l'espace n'en contenant pas. Cette surface physique n'est d'ailleurs pas une surface de discontinuité. Si le solide est homogène dans ses parties profondes, les régions voisines de la surface sont soumises à des lois statistiques de répartition en fonction de la distance à un point fixe choisi à l'intérieur du corps ; en particulier, la densité volumique des électrons libres suit une loi analogue à la répartition en hauteur des molécules gazeuses dans l'atmosphère.

On peut imaginer que l'on découpe dans le corps une portion limitée par une surface fermée s. Considérons toutes les surfaces s satisfaisant à la condition d'être telles que la densité

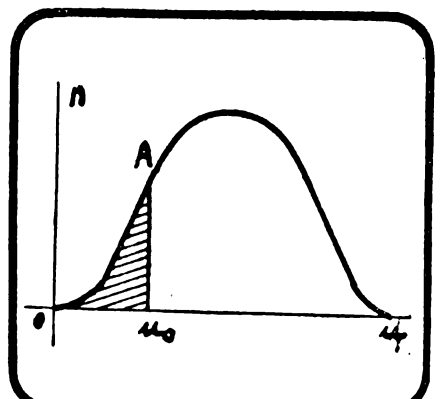


Fig. 1.

spatiale soit la même en tous les points contenus à leur intérieur. Ces surfaces peuvent être prises croissant d'une façon continue ; elles ont une limite S_2 inférieure à S_1. La zone de l'espace comprise entre S_1 et S_2 constitue la couche de passage.

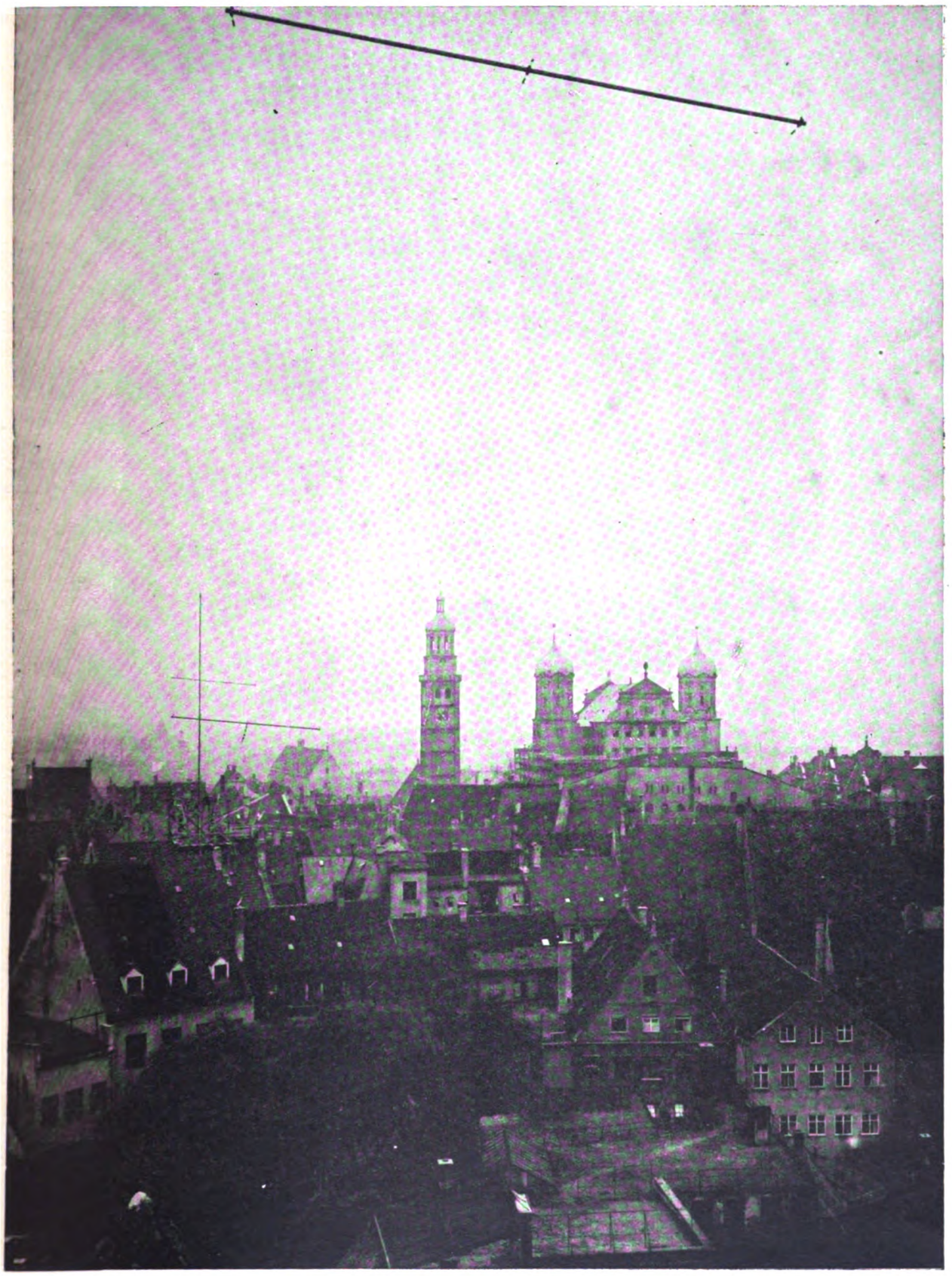
Au point de vue physique, cette couche a une importance toute spéciale : c'est l'intermédiaire entre le corps et l'extérieur, c'est l'agent de transmission de toutes les actions immédiates ; les atomes y sont moins nombreux, donc plus mobiles, et laissent plus de vide entre eux ; les électrons libres, eux aussi, sont moins nombreux ; bien qu'ils aient la même vitesse u sur leur trajectoire, leur vitesse moyenne suivant une direction donnée est plus grande par suite de chocs moins fréquents. Si l'on considère en particulier leur vitesse suivant une normale à la surface dirigée vers l'extérieur, on conçoit qu'ils peuvent accomplir de plus longs parcours que dans les autres régions. Dans certaines circonstances favorables, ils peuvent même, en vertu de leur énergie cinétique, dépasser la surface S_1, dont nous allons maintenant nous occuper.

III. *Couche électronique.*

Nous venons de voir qu'un électron peut s'évader du corps qui le contenait. Bien entendu, il ne va pas s'en aller à l'infini, car son départ crée un champ électrique qui le ramène promptement. A chaque instant, il y a un nombre statistiquement constant d'électrons qui ont dépassé la surface du corps, donc le champ électrique produit par leur départ est statistiquement constant. La distance que peut atteindre un électron est donc fonction de sa seule vitesse suivant la normale extérieure à la surface. En effet, cet électron provient des couches profondes du corps, dans le cas le plus fréquent. Lorsqu'il arrive au voisinage de la couche de passage, l'attraction des molécules qui sont derrière lui n'est plus équilibrée par celle des molécules qui sont devant lui, puisque les densités sont différentes ; il est donc soumis à une force retardataire qui absorbe sa force vive en totalité ou en partie. Comme cette force électrique est sensiblement la même pour tous le électrons, seuls pourront franchir la surface du corps ceux qui auront une force vive suffisante, c'est-à-dire ceux dont la vitesse normale à la surface est supérieure à une certaine limite inférieure u_0.

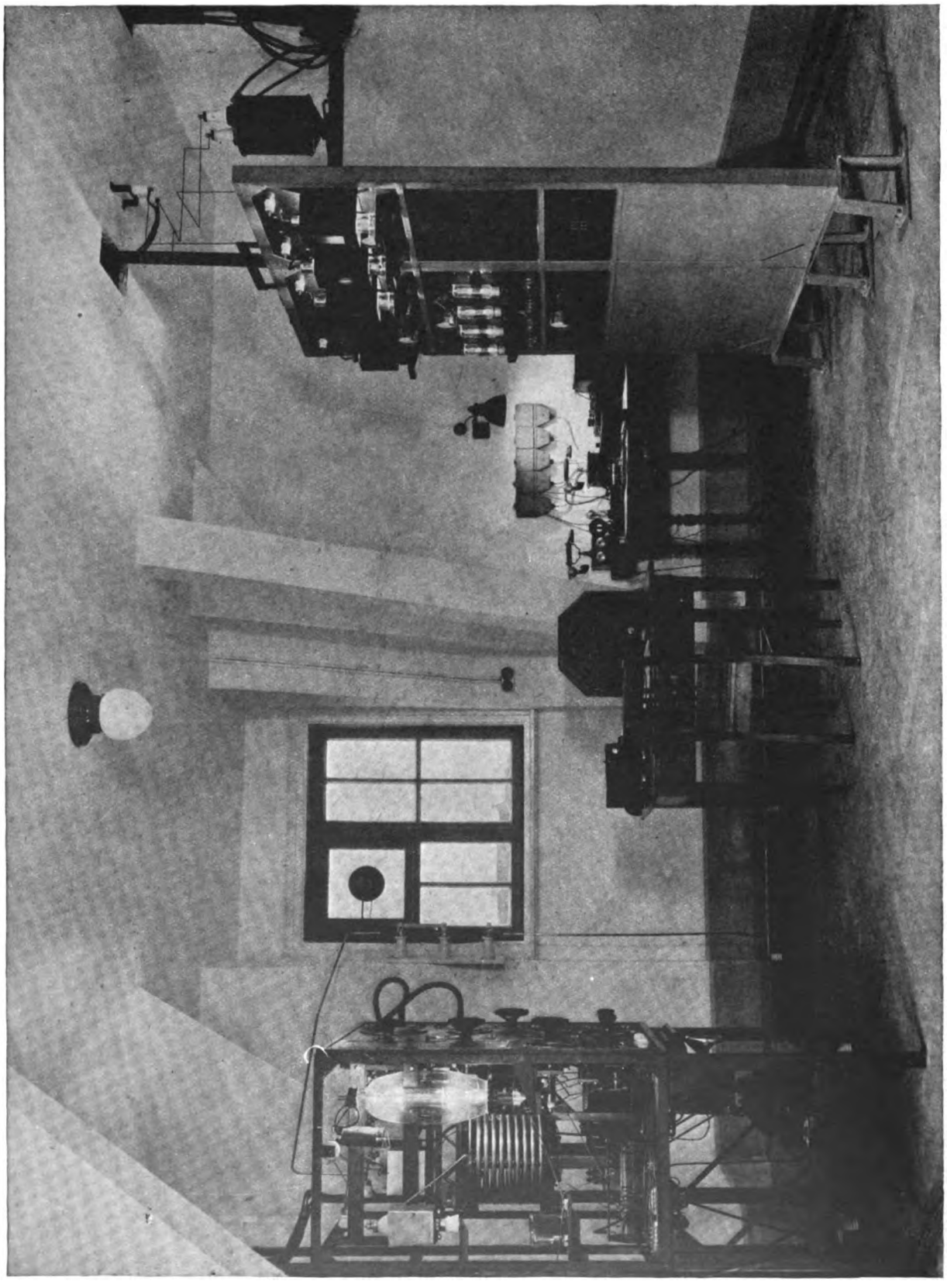
Ceci posé, le nombre d'électrons qui, à un instant donné, arrivent à une certaine distance x du corps est égal

Digitized by Google



L'ANTENNE DE LA STATION D'AUGSBOURG.

Digitized by Google



LES APPAREILS ÉMETTEURS D'AUGSBOURG.

Digitized by Google

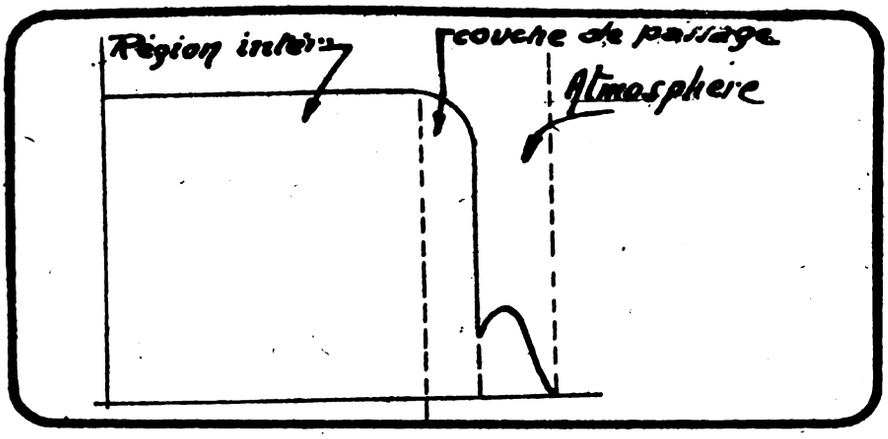


Fig. 2

au nombre de ceux qui avaient une certaine vitesse u supérieure à u_0. Le calcul de la densité électronique de la couche externe se ramène donc à un calcul de probabilités, déterminant le nombre d'électrons ayant à un instant donné une vitesse u. Ce nombre est représenté par la courbe en cloche de la figure 1. Seule, la partie non hachurée est susceptible de fournir des électrons à l'atmosphère. Il en résulte que la densité électronique de la couche externe peut être représentée par la courbe de la figure 1, comptée à partir de l'ordonnée u_0A. Si on veut une représentation complète de la densité des électrons dans le corps tout entier, il faut accoler cette courbe à celle représentant la densité à l'intérieur et dans la couche de passage. On obtient ainsi la courbe de la figure 2.

La densité extérieure est relativement faible, comparée à la densité des électrons à l'intérieur, car il n'y a que le 1/6 des électrons qui se dirigent vers la surface par unité de volume. Pour des corps de conductivités différentes, la courbe serait toujours de même allure, mais aurait ses ordonnées multipliées par un facteur constant, inférieur ou supérieur à l'unité.

Nous pouvons maintenant voir de plus près à quoi correspondent à l'échelle atomique les notions de contact parfait et de mauvais contact. Un bon contact sera réalisé quand les couches de passage seront « compénétrées », c'est-à-dire que les régions intérieures des deux corps seront en contact. La conductivité de l'ensemble sera alors déterminée par les densités électroniques de la première partie de la courbe (2). Si on représente ces densités par une courbe, on obtient la figure 3. Le meilleur moyen de réaliser ce contact est de souder les métaux. La soudure, en effet, adhère à l'un et à l'autre, ce qui ne peut s'expliquer que par une pénétration de ses atomes dans les vides laissés par ceux des deux corps; dans ces conditions, il est bien évident que les régions intérieures sont en contact.

Dans un mauvais contact, au contraire, seules les couches électroniques ont une partie commune. Comme leurs densités sont beaucoup plus faibles que celles des couches internes, la résistance d'un tel contact est beaucoup plus grande que celle d'un contact parfait.

De ces généralités, il résulte qu'un couple redresseur peut être constitué par un ensemble de deux corps de conductivités différentes, séparés par un espace vide. Nous allons étudier théoriquement un tel ensemble, et nous tenterons par la suite d'en déduire les conditions de fonctionnement pratique.

EMPLOI D'UN CONTACT IMPARFAIT COMME COUPLE REDRESSEUR.

Pour simplifier, nous supposerons que les deux corps considérés sont terminés par des faces planes et parallèles, à une distance e l'une de l'autre, suffisamment petite pour que les couches électroniques soient en contact. Ces couches ont des densités différentes, mais présentent la même épaisseur, puisque celle-ci ne dépend que de la vitesse des électrons, donc de la température, que nous supposerons tout d'abord constante.

Considérons d'abord le cas où aucune différence de potentiel n'existe entre les deux surfaces A et B (fig. 4). Les couches électroniques ayant des densités différentes, il tend à se produire une égalisation spontanée par déplacement des électrons. Cette égalisation produit entre A et B une différence de potentiel, mais en régime permanent aucun courant ne se maintient, car elle est contre-balancée par la différence de potentiel qui existe au vrai contact entre les deux corps A et B. Ceci permet de définir la résistance du couple sans faire intervenir de source auxiliaire. Supposons que, les deux corps étant réunis à une extrémité, on approche l'une de l'autre les extrémités libres, jusqu'à une distance très faible. Elles présentent une différence de potentiel v, due à la différence de leur nature ; l'égalisation des densités électroniques produit un courant i qui ne dure qu'un temps très court. Le rapport $\frac{i}{v}$ peut être pris égal à $\frac{1}{R}$ avec une exactitude d'autant plus grande que v et i soit plus faibles. R est la résistance de l'ensemble des conducteurs, y compris celle du mauvais contact. Supposons maintenant que, par un procédé quelconque, on empêche la stabilisation de se produire. On aura en permanence un courant d'intensité.

$$i = \frac{v}{R}$$

v étant la différence de potentiel spontané existant entre les deux corps.

Introduisons maintenant dans le circuit une force électromotrice donnant entre A et B une différence de potentiel V. Les électrons, que nous supposerons initialement immobiles, sont soumis à une force,

$$F = \frac{V}{e} q$$

q étant la charge constante de chacun d'eux.

Soit C la conductivité du corps A. Le courant électrique étant dû à un déplacement d'ensemble des électrons libres, il est bien évident que la conductivité est liée à la facilité avec laquelle ils traverseront une surface quelconque prise dans le corps, et aussi à leur densité.

Soit n le nombre des électrons dans la partie du circuit compris entre A et B, on a, si d est leur densité,

$$n = dSe$$

S étant la surface des corps en regard. Chaque électron porte la charge q; la quantité d'électricité qui se trouve entre A et B est donc :

$$Q = dSeq$$

Considérons les surfaces terminales aa' et bb' ; elles présentent une différence de potentiel V et sont séparées par un espace vide. On peut donc les considérer comme les armatures d'un condensateur dont la charge est précisément Q. On a donc :

$$Q = nq = \frac{SV}{4\pi e},$$

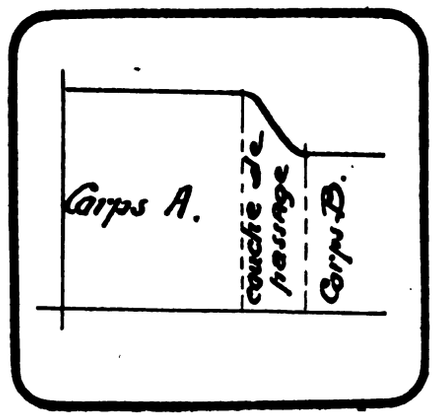


Fig. 3.

Digitized by Google

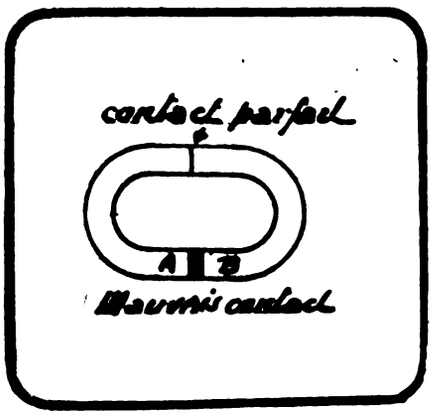


Fig. 4.

d'où

$$n = \frac{SV}{4\pi e q}.$$

Les électrons soumis au champ $\frac{V}{e}$ prennent un mouvement d'ensemble en sens inverse de V, et se présentent sur la surface A. Elle ne peut en laisser passer qu'un certain nombre, nombre qui varie avec la nature du corps, et que nous allons démontrer être proportionnel à la conductivité C.

En effet, à température constante, chaque corps a une résistivité déterminée. Considérons un conducteur cylindrique de section S. Tous les électrons qui traversent une section droite pendant le temps dt étaient contenus dans un volume $Sudt$, u étant leur vitesse moyenne suivant la direction des génératrices. Si d est leur densité volumique, leur nombre est

$$n = d.\,S.\,udt$$

et ils transportent la quantité d'électricité

$$dQ = d.\,S.\,q.\,udt$$

Or, le résultat de ce mouvement d'électrons est un courant d'intensité i qui, pendant le temps dt, transporte la quantité d'électricité

$$dQ = idt$$

On a donc

$$i = d.\,S.\,q.\,u$$

Ce mouvement était effectué sous l'action d'une différence de potentiel V donnant naissance à un champ

$$v = \frac{V}{e}$$

Or on a

$$v = \frac{i}{CS}$$

d'où

$$\frac{d}{C} = \frac{1}{q}\frac{v}{u}$$

Or $\frac{v}{u}$ reste constant. Il suffit de remarquer qu'en vertu de loi d'Ohm $\frac{V}{I}$ reste constant à température constante, l'application de cette loi étant légitime puisqu'on considère une section S entièrement à l'intérieur du conducteur :

On a donc

$$C = d.q\,\frac{u}{V}.$$

Supposons maintenant que de chaque côté d'une surface S se trouvent des électrons avec une densité d_1 dans la région 1 et une densité d_2 dans la région 2. Supposons $d_1 > d_2$. Les électrons auront tendance à passer de la région 1 à la région 2. On pourra définir la vitesse de passage par le nombre d'électrons traversant la surface S dans le sens 1 → 2 et dans l'unité de temps. Soit u ce nombre ; si n électrons sont passés dans la région 2, c'est que u électrons ont été perdus par cette même région, puisque leur distribution ne change pas en régime permanent. Il y a donc eu un courant d'intensité

$$i = \frac{nq}{S}$$

produit par une différence de potentiel $V = RI$ entre les limites de la région 2. On a

$$R = \frac{1}{C}\frac{l}{S} = \frac{\beta}{C}$$

β étant une constante dans le cas considéré.

D'où

$$\frac{nq}{S} = \frac{VC}{\beta}$$

$$q = \alpha q C$$

Ce passage se fait donc bien avec une vitesse proportionnelle à C.
On a un courant

$$i = AC$$

avec

$$A = \frac{V}{\beta}$$

de plus

$$C = d.\,q.\,\frac{u}{V} = K.d.\,q. = K\,\frac{SV}{4\pi e}$$

donc

$$i = AK\,\frac{SVC}{4\pi e} = \frac{K}{\beta}\,\frac{SV^2C}{4\pi e}$$

Finalement

$$i = \alpha\,\frac{SV^2C}{4\pi e^2}$$

Ce courant, dû au mouvement des électrons sous l'influence de la différence de potentiel V, est complètement indépendant du courant que nous avons trouvé précédemment. Le courant total est donc

$$I_1 = \frac{V}{R} + \alpha\,\frac{SV^2C}{4\pi e^2}$$

expression de la forme

$$I_1 = AV^2C + BV$$

On voit que la loi d'Ohm n'est plus suivie.

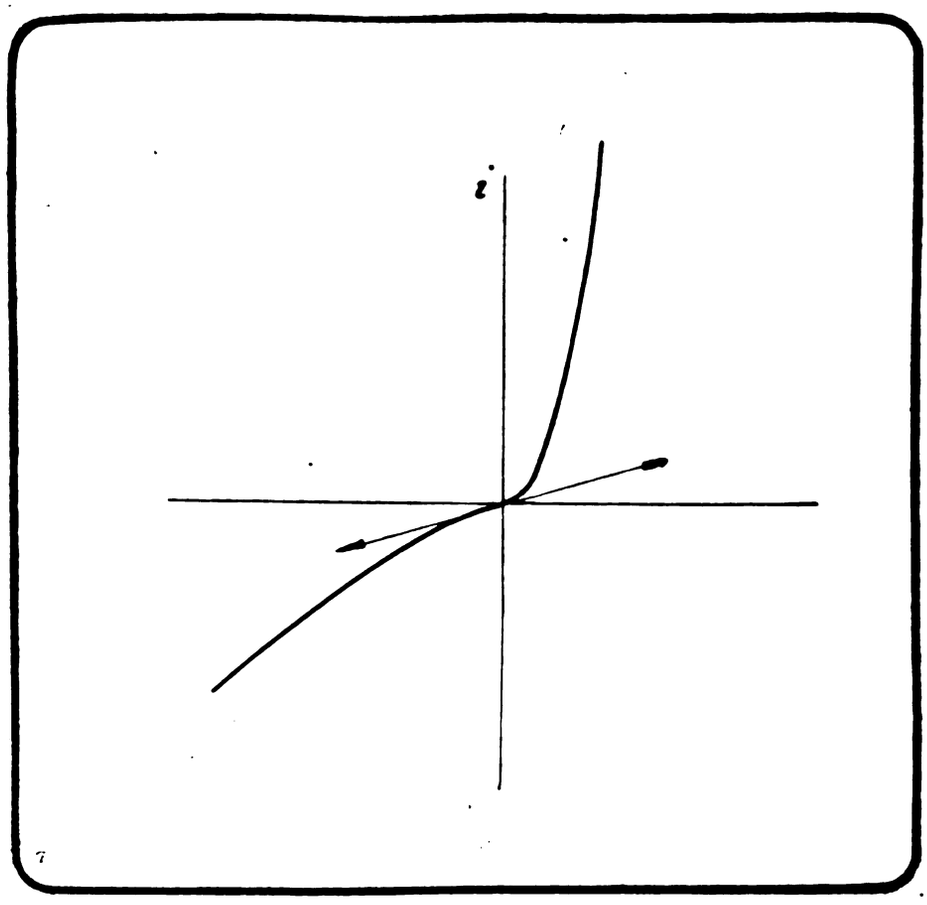


Fig. 5.

Digitized by Google

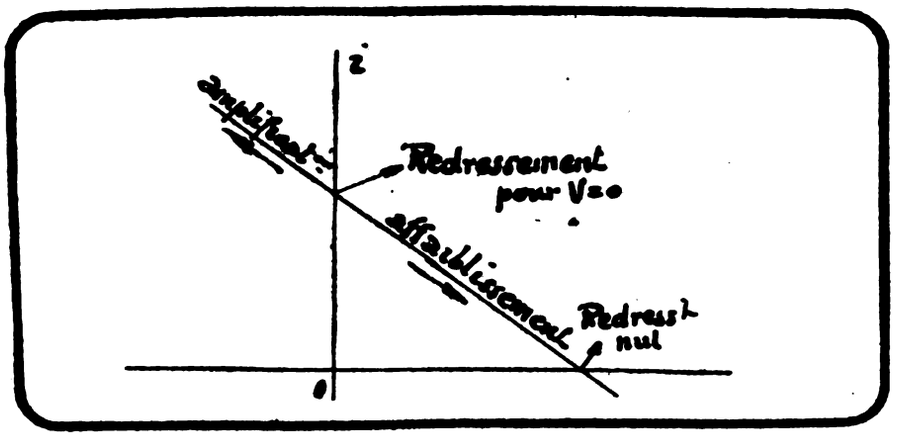


Fig. 6.

On peut écrire

$$I_1 = V\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\alpha \frac{4\pi e^2}{SVC}}\right)$$

On voit que la résistance effective du mauvais contact se compose de deux parties en parallèle : l'une fixe, indépendante de V, qui est la résistance propre du circuit total ; l'autre, variable avec V, produit l'effet de redressement. Supposons que le courant change de sens ; les mêmes calculs subsistent, à condition de remplacer C par C ; le courant aura, en valeur absolue, la valeur

$$I_1 = -\frac{V}{R} + \alpha \frac{SV^2C'}{4\pi e^2}$$

donc la valeur utile du courant redressé est

$$I = I_1 - I_1' = \alpha \frac{SV^2(C-C')}{4\pi e^2}$$

Cette égalité montre que le courant passe plus facilement du corps le moins conducteur au corps le plus conducteur, et avec une intensité d'autant plus forte que la différence des conductivités est plus considérable. Le maximum sera évidemment atteint quand C' sera nul, mais dans ce cas la théorie précédente ne s'applique pas, du moins sans observer d'une manière plus approfondie les conditions spéciales dans lesquelles on est placé. Nous y reviendrons un peu plus tard.

La caractéristique du système, évidemment dissymétrique, se compose de deux arcs de parabole tangents à l'origine à la même droite, et tournant leurs concavités en sens inverse (fig. 5). L'angle Θ de la tangente à l'origine avec l'axe des abscisses est défini par

$$\operatorname{tg}\Theta = \frac{I}{R}$$

Remarquons que R représente la résistance du circuit entier. Si on la fait varier, les caractéristiques conservent la même allure. On peut en effet imaginer que les ordonnées de la courbe sont obtenues en ajoutant les ordonnées de la droite

$$i = \frac{V}{R}$$

et de la parabole

$$i = \frac{\alpha SCV^2}{4\pi e^2}$$

Or, cette dernière courbe est indépendante de la résistance R ; on en conclut que, sous tension constante, l'intensité du courant redressé est indépendante de la résistance du circuit extérieur. Nous disons « intensité du courant redressé » et non pas « intensité du courant dans le sens du redressement » ; ces deux intensités différent de la quantité $\frac{V}{R}$

Jusqu'alors nous avons supposé que V était constant. Supposons, au contraire, qu'on applique au redresseur une tension alternative

$$v = v_0 \cos \omega t$$

Il faut, avant tout, permettre aux électrons d'effectuer complètement leur passage d'un corps sur l'autre avant que le courant ne change de sens, c'est-à-dire que la fréquence doit être relativement basse ; nous supposerons aussi que l'épaisseur e ne varie pas.

Des calculs entièrement semblables à ceux faits précédemment conduiraient à une intensité

$$i = \int_{-\frac{\pi}{2\omega}}^{+\frac{\pi}{2\omega}} \frac{\alpha SC}{4\pi e^2} v_0^2 \cos^2 \omega t \, dt$$

pour une demi-période, c'est-à-dire pour tout le temps pendant lequel le sens du courant est convenable. Ceci donne pour cette alternance une intensité moyenne

$$I_1 = \frac{\alpha SCv_0^2}{8\pi e^2}$$

Pour l'alternance suivante, on aurait une valeur analogue

$$I_1' = \frac{\alpha SC'v_0^2}{8\pi e^2}$$

d'où un courant redressé

$$I = \frac{\alpha S}{4\pi C^2} \frac{V_0^2}{2}(C - C')$$

ou encore

$$I = \frac{\alpha S}{4\pi e^2} V_{eff}^2 (C - C')$$

Sous cette dernière forme, on voit que la grandeur du phénomène est la même si on part de courant continu donnant une différence de potentiel V ou d'une tension alternative

$$V = V\sqrt{2} \cos \omega t$$

Cette coïncidence, qui ne peut guère être fortuite, peut s'expliquer ainsi : les actions du champ électrique sur les électrons produisent des effets élémentaires, variables en général avec le temps ; seules, sont perceptibles à nos sens et à nos appareils les valeurs moyennes prises pendant un temps peut-être court à notre échelle, mais très long à l'échelle atomique. Pour le courant continu, la valeur moyenne est obtenue rigoureusement par l'action des lois statistiques qui régissent les propriétés macroscopiques des électrons. Pour le courant alternatif, au contraire, les valeurs moyennes sont obtenues, si on peut dire, en deux temps : d'abord pendant un temps infiniment

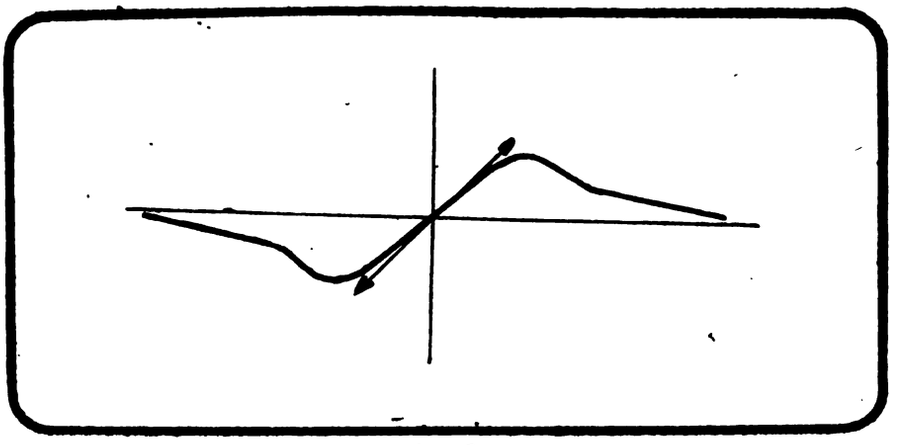


Fig. 7.

Digitized by Google

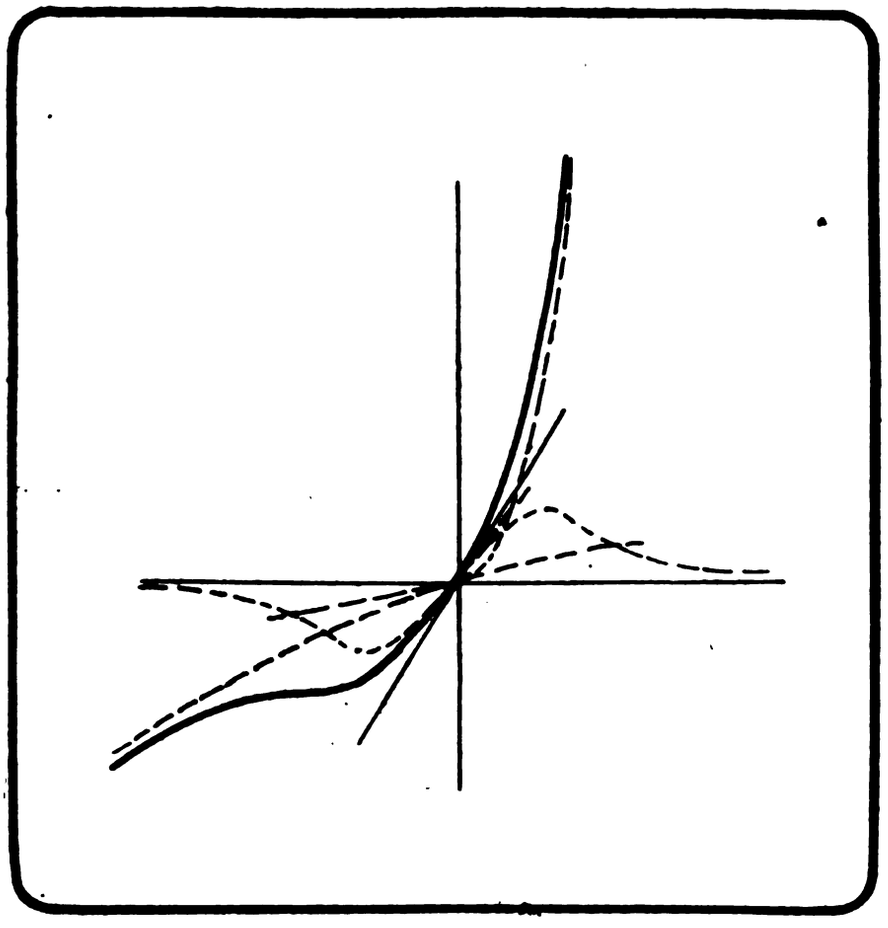


Fig. 8.

petit par le jeu des lois statistiques, puis pendant le temps total par la construction même de nos appareils. Or, dans le cas qui nous occupe, l'intensité du courant redressé pendant un temps très court était proportionnelle au carré de la différence de potentiel pendant ce temps. Pour obtenir l'effet utile au bout d'un temps suffisamment long, ou, ce qui revient au même, pendant une période, il fallait prendre la valeur moyenne de cette intensité, ce qui introduit tout naturellement la tension efficace.

Supposons maintenant que le contact soit symétrique, mais qu'on applique à l'ensemble une différence de potentiel continue V. La symétrie électrique est rompue, et nous allons vérifier par le calcul la possibilité d'un effet de redressement.

La force électromotrice continue V produit, nous l'avons vu plus haut, un courant de la forme

$$I = ACV^2 + BV$$

Le champ agissant sur les électrons aura pour valeur

$$E = \frac{1}{e}[v + v_0 \cos \omega t]$$

Donc, d'une manière analogue, la quantité d'électricité négative qui traversera le contact pendant une demi-période sera

$$q_1 = \frac{\alpha SC v_0}{4\pi e^2} \int_{-\frac{\pi}{4}}^{+\frac{\pi}{4}} (V + v_0 \cos \omega t) \cos \omega t \, dt$$

ce qui donne

$$q_1 = \frac{\alpha SC v_0}{4\pi e^2}\left(\frac{v_0 \pi}{2\omega} + \frac{2V}{\omega}\right)$$

d'où une intensité

$$i_1 = \frac{\omega}{\pi} q_1 = \frac{\alpha SC v^0}{4\pi e^2}\left[\frac{v_0}{2} + \frac{2V}{\pi}\right]$$

Pour la demi-période suivante, on aura une intensité

$$i_2 = \frac{\alpha SC v_0}{4\pi e^2}\left[\frac{v_0}{2} - \frac{2V}{\pi}\right]$$

Au bout d'une période, l'intensité totale sera

$$I = \frac{\alpha SCV v_0}{\pi^2 e^2}$$

On obtient une valeur différente de zéro, qui s'annule avec V (ce qui n'a rien d'étonnant), et qui croît avec V. Toutefois, en pratique, on constate que V ne peut pas prendre toutes les valeurs : dès qu'il devient supérieur à une certaine limite, l'effet rectifiant est considérablement diminué.

On peut dès lors se demander ce qui se passe quand on cumule les deux effet précédents, c'est-à-dire quand on prend un contact dissymétrique, auquel on applique une différence de potentiel auxiliaire V.

Soient donc deux corps de conductivité C et C' soumis à la différence de potentiel constante V et à la différence de potentiel alternative

$$v = v_0 \cos \omega t$$

Pour fixer les idées, supposons que ce soit le conducteur dont la conductivité C est la plus grande qui soit porté au plus haut potentiel; supposons enfin que V est, en valeur absolue, inférieur à v_0.

iV agissait seul, il donnerait dans le sens C ⟶ C' un courant d'intensité

$$C' V^2 + BV$$

La force électromotrice alternative V agit pour donner dans le sens C' ⟶ C et pendant une demi-période un courant

$$i_1 = \frac{\alpha SC v_0}{4\pi e^2}\left[\frac{v_0}{2} - \frac{2V}{\pi}\right]$$

et pendant la demi-période suivante, un courant dans le sens C⟶ C' égal à

$$i_2 = \frac{\alpha SC' v_0}{4\pi e^2}\left[\frac{v^0}{2} + \frac{2V}{\pi}\right]$$

Le courant qui passe dans le sens C' ⟶ C aura pour intensité moyenne

$$I' = \frac{\alpha S v_0}{4\pi e^2}\left[\frac{v_0}{2}(C - C') - \frac{2V}{\pi}(C + C')\right]$$
$$- AC'V^2 - BV$$

La partie du courant ayant réellement subi un effet de rectification est donnée par

$$I = \frac{\alpha S v_0}{4\pi e^2}\left[\frac{v_0}{2}(C - C') - \frac{2V}{\pi}(C + C')\right]$$

On peut rechercher l'influence de V sur ce courant. Pour cela, on n'a qu'à construire la droite d'équation

$$y = \frac{v_0}{2}(C - C') - \frac{2V}{\pi}(C + C')$$

représentée par la figure 6. On voit que lorsque V, restant positif, augmente, le courant rectifié diminue, et peut même s'annuler pour une valeur parfaitement définie de V, qui est

$$V = \frac{\pi v_0}{4}\frac{C - C'}{C + C'}$$

Cette valeur est inférieure à v_0. Si au contraire V est négatif, c'est-à-dire si c'est le corps le moins conducteur qui est porté à un potentiel croissant, on voit que le courant redressé augmente proportionnellement à V.

Disons enfin quelques mots sur le cas où les deux conducteurs sont inégale

Digitized by Google

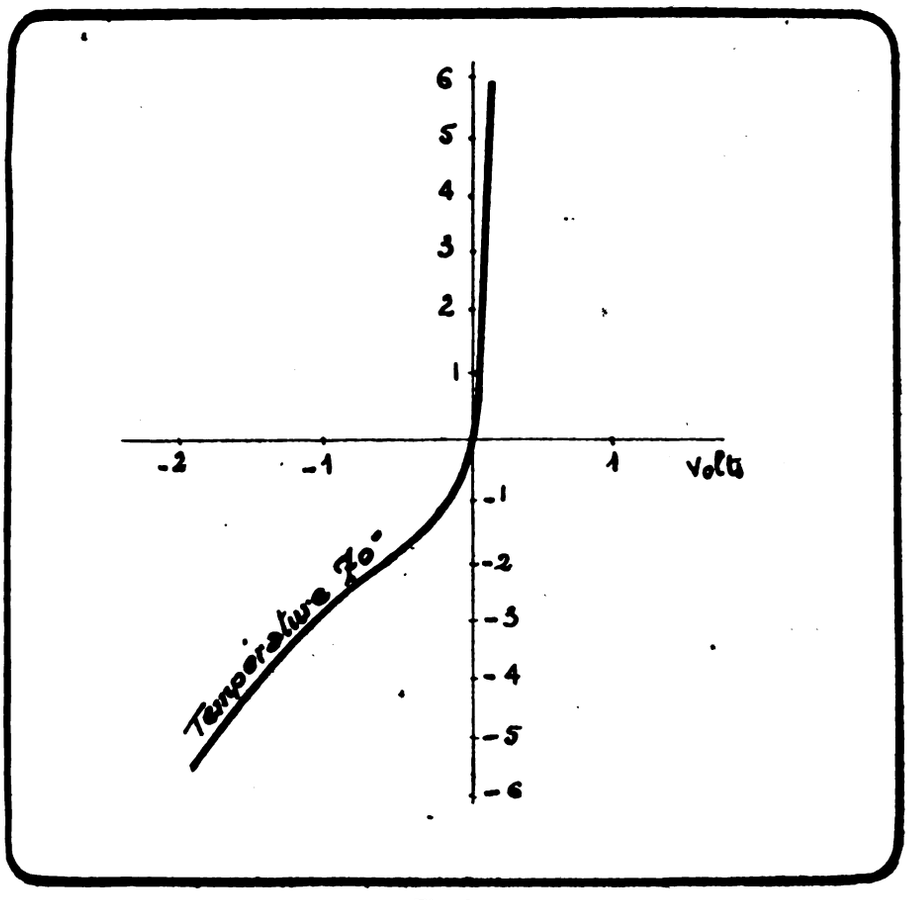


Fig. 9.

ment mobiles. Ce cas n'a pas une grande importance pratique, et nous nous bornerons à indiquer une cause possible de rectification.

La pression électrostatique, qui a pour valeur $\frac{KV^2}{8\pi}$ a pour effet de tendre à rapprocher périodiquement les deux conducteurs. Si ω est la pulsation du courant alternatif, et si l'inertie de la pièce mobile n'est pas trop grande eu égard à la période T, le corps le plus mobile effectue par rapport à l'autre, que l'on peut considérer comme fixe, des vibrations de pulsation 2ω. Lorsqu'il se rapproche, ses électrons ont un excédent de vitesse dû au mouvement. De ce fait il en passe davantage vers le corps fixe, d'où un courant redressé dirigé vers le corps mobile. Pour que ce fait puisse se vérifier par l'expérience, il faut que les vibrations soient de faible amplitude et puissent suivre les variations de v. Un dispositif donnant de bons résultats est le suivant. Les deux corps ont leurs faces en regard, bien planes et polies, et le corps mobile repose sur le corps fixe avec interposition de quelques grains de poudre de lycopode ou de liège ; ces poudres, assez élastiques, permettent le déplacement relatif des deux conducteurs sous l'influence des variations de v.

Ce dispositif n'a d'autre intérêt que sa grande sensibilité aux chocs électromagnétiques. C'est peut-être dans un phénomène analogue que doit être cherchée l'explication des cas de cohération de Branly. Quoiqu'il en soit, il ne présente qu'un très faible intérêt au point de vue pratique, et si nous en avons parlé, c'est uniquement pour envisager tous les cas possibles de dissymétrie.

CAS OU L'UN DES CORPS A UNE CONDUCTIBILITÉ TRES FAIBLE

On a vu plus haut que l'effet redresseur est d'autant plus important que la différence des conductivités est plus grande ; donc, en passant à la limite, le maximum en sera atteint quand une des conductivités sera nulle. Mais il se pose alors une grave question : comment constituer un couple redresseur avec un conducteur et un isolant, sans que l'ensemble ait une résistance beaucoup trop grande pour les besoins pratiques ? Si on se bornait à la théorie sur laquelle nous nous sommes appuyés jusqu'ici, le problème serait insoluble. Force est donc de recourir à une autre explication des phénomènes dans ce cas particulier.

Nous ne pouvons mieux faire que de reprendre la théorie qui avait é é émise primitivement par les inventeurs des redresseurs aux oxydes métalliques. C'est elle que nous allons sommairement exposer maintenant.

On sait depuis longtemps que, dans certaines conditions qui seront précisées plus loin, les isolants peuvent se laisser traverser par des courants appréciables. Si donc on dispose les choses de façon que le courant passe plus facilement dans un sens que dans l'autre, le problème sera résolu. Cherchons à déterminer les conditions à remplir.

Il faut tout d'abord que l'isolant se présente sous forme extrêmement divisée. les intervalles étant remplis par un conducteur, également, par conséquent, dans un état de grande division. C'est en effet à cette condition seulement que les électrons émis par le conducteur pourront traverser l'isolant sans trop de pertes.

Il faut ensuite, pour obtenir une conductibilité unilatérale, que le champ électrique mobilise plus d'électrons dans un sens que dans l'autre. On y arrive en prenant une densité de conducteur variant d'une manière continue avec la profondeur, partant de la valeur un correspondant au conducteur pur, pour arriver sur l'autre face à la valeur zéro correspondant à l'isolant pur. D'ailleurs, seule la condition de continuité intervient, la forme de la courbe de répartition des deux corps l'un dans l'autre est indifférente. On conçoit que, dans ces conditions, lorsque la différence de potentiel est appliquée dans le sens isolant → conducteur, les électrons sont mobilisés en grand nombre, et peuvent circuler d'une manière ininterrompue, puisqu'ils proviennent d'une région très conductrice ; dans le cas contraire, un nombre beaucoup plus restreint pourra traverser complètement le couple.

On pourrait objecter que, le contact sur la face isolante devant obligatoirement être fait par une partie métallique, celle-ci peut, à son tour, fournir des électrons à l'isolant et fournir un courant de retour non négligeable. Il est facile de voir qu'il n'en est rien, car ce métal ne se présente pas sous forme divisée, n'imprègne pas, en quelque sorte, l'isolant ; sa surface est donc très petite, comparativement à celle du conducteur divisé, et par suite la résistance opposée au passage des électrons est beaucoup plus forte. On voit donc que la présence indispensable de ce contact métallique n'apporte aucune gêne au fonctionnement.

Ceci posé, pouvons-nous appliquer à ce cas les équations établies précédemment ? Il est facile de voir que cette généralisation est légitime. En effet, l'étude élémentaire du passage du courant à travers un tube de courant montre qu'on peut le considérer comme se faisant, à travers un isolant, entre une surface infiniment petite d'un corps ayant une certaine conductivité, et une surface égale d'un corps ayant une conductivité différente, infiniment peu, il est vrai. Le couple redresseur peut donc être regardé

Digitized by Google

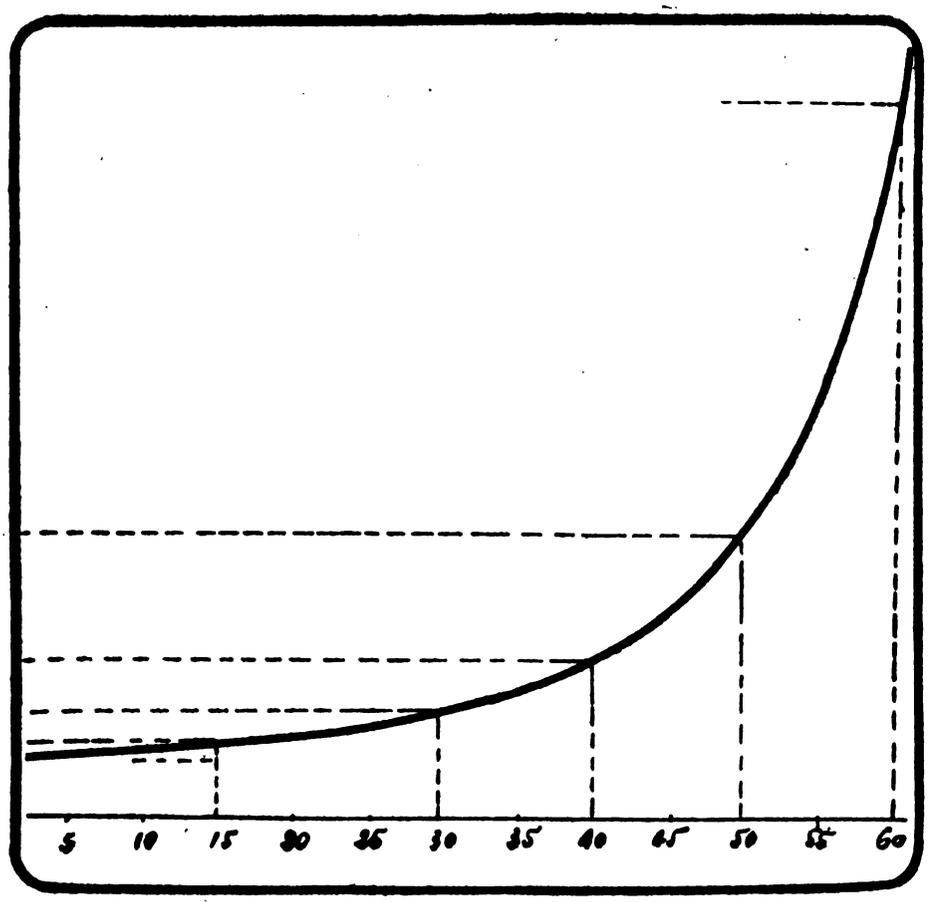


Fig. 10.

comme formé d'une triple infinité de couples élémentaires analogues à celui que nous avons étudié au début. L'application des formules est donc permise.

Les caractéristiques d'un tel système sont celles que nous avons construites, tout au moins dans leur forme théorique, celle qui correspond à des électrons primitivement immobiles dans leur position initiale. Or, leur vitesse d'agitation n'est nullement négligeable, puisque c'est grâce à elle que se forme la couche externe qui a joué un grand rôle dans toutes nos hypothèses. Examinons comment il faut modifier les caractéristiques pour en tenir compte.

FORME DES CARACTÉRISTIQUES RÉELLES.

Soit u la vitesse d'agitation des électrons prise suivant la direction de la droite qui joint les centres de deux corpuscules voisins. Cette vitesse s'ajoute à la vitesse acquise sous l'influence du champ. Si v est cette vitesse, celle qui intervient pour le franchissement de l'isolant est $v + u$. Donc pour une même valeur de la différence de potentiel V, l'intensité du courant est plus grande que celle que nous avions calculée précédemment. D'où une première modification. Mais il est un autre effet. Nous avons vu plus haut que ce qui limitait l'essor des électrons hors du conducteur était le champ antagoniste créé par leur départ. Supposons pour l'instant que ce champ n'existe pas à partir d'une certaine distance. Tous les électrons atteignant et dépassant cette limite pourront être mobilisés par un champ infinment petit, beaucoup plus petit que celui qu'il faudrait pour les faire sortir de la sphère d'attraction du corps.

Or, c'est exactement ce qui se passe quand on établit une différence de potentiel aux extrémités du couple. Le champ ainsi introduit neutralise le champ antagoniste jusqu'à une certaine limite. Les électrons situés en dehors de cette limite rentrent dans la catégorie de ceux dont nous nous sommes occupés au paragraphe précédent. Le courant produit est fonction de la vitesse $v + u$.

Ceux qui se trouvent juste à la limite sont en état d'équilibre instable ; il suffit d'une différence de vitesse infiniment petite pour les faire passer dans la zone extérieure. Donc, nous avons une augmentation de courant proportionnelle à leur nombre. Or, ce nombre est donné par la courbe de la figure 1. Il faut donc augmenter les ordonnées des caractéristiques théoriques des ordonnées de la courbe représentant les valeurs de ce nombre en fonction de la différence de potentiel V. Cette courbe est tracée figure 7. Donc, les caractéristiques réelles sont représentées par la figure 8. A titre de vérification, nous donnons figure 9, les caractéristiques d'un élément « cupoxyde » relevées directement sur l'appareil. La concordance entre les deux systèmes de courbes est satisfaisante, et semble ainsi justifier l'ensemble des hypothèses que nous avons faites jusqu'ici.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

Tout le phénomène dépend, en dernière analyse, de la vitesse d'agitation des électrons, fonction elle-même de la température.

On peut admettre que cette vitesse d'agitation est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue. Une formule établie plus haut montre que le courant redressé est proportionnel au produit $d \times u$. Il suffit donc d'examiner les variations de chacune de ces deux quantités. Nous avons déjà

$$u = A\sqrt{T}$$

Quant à la densité d, elle est donnée par la formule

$$= Be^{-\frac{b}{T}}$$

On a donc

$$I = a\sqrt{T}\,e^{-\frac{b}{T}}$$

Cette formule montre que l'intensité croît très rapidement avec la température absolue, donc croît moins vite avec la température ordinaire. Les coefficients a et b sont indépendants de l'intensité, mais dépendent de la nature des corps constituant le couple redresseur. Une série de valeurs de la fonction $I = f(T)$ est donnée par la courbe de la figure 10. En combinant cette courbe avec les caractéristiques à température constante, on obtient le réseau des caractéristiques permettant de déterminer les conditions de fonctionnement correspondant à des valeurs données de la température et de la tension. Ce réseau est représenté par la figure 11.

Prenons deux températures T_0 et T. On a

$$I_0 = a\sqrt{T_0}\,e^{-\frac{b}{T_0}}$$

$$I = a\sqrt{T}\,e^{-\frac{b}{T}}$$

d'où

$$I = I_0\sqrt{\frac{T}{T_0}}\,e^{\frac{b\,T - T_0}{TT_0}}$$

Mais d'autre part nous avions

$$I_0 = ACV^2 + BV$$

On a donc

$$I = (ACV^2 + BV)\sqrt{\frac{T}{T_0}}\,e^{\frac{b\,T - T_0}{TT_0}}$$

Digitized by Google

Nous aurons de même un courant inverse

$$I' = (AC'V^2 + BV)\sqrt{\frac{T}{T_0}}\, e^{b'\frac{T-T_0}{TT_0}}.$$

Ceci montre que, quand la température augmente, le courant de retour augmente également. Par conséquent, la quantité de chaleur dégagée par son passage croît. Le courant direct croît également. En est-il de même du courant redressé ? Pour le voir, il n'y a qu'à étudier la quantité

$$I = a\sqrt{T}\, e^{-\frac{b}{T}} - a'\sqrt{T}\, e^{-\frac{b'}{T}}$$

Calculons

$$\frac{dI}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{ae^{-\frac{b}{T}}}{2\sqrt{T}}[1-2b]$$

$$-\frac{a'e^{-\frac{b}{T}}}{2\sqrt{T}}[1-b']$$

On est donc ramené à l'étude de l'expression

$$X = a(1-2b)\, e^{-\frac{b}{T}}$$

$$-a'(1-2b')\, e^{-\frac{b}{T}}$$

Elle s'annule pour une valeur bien déterminée de T :

$$T = \frac{b-b'}{\text{Log}\,\frac{a(1-2b)}{a'(1-2b')}}$$

Cette valeur est positive, donc est parfaitement acceptable.

On est donc conduit à la conclusion suivante : quand la température augmente, l'effet redresseur diminue, mais la quantité de chaleur dégagée par le passage des courants augmente, si bien que le fonctionnement tant soit peu prolongé dans ces conditions amènerait la destruction de l'élément.

Ce maximum de courant redressé pour une certaine valeur de la température est bien mis en évidence par les courbes de la figure 12, qui sont les caractéristiques courant-tension d'un élément « cupoxyde » relevées directement sur l'appareil. On constate un maximum aux environ de 50 degrès. C'est donc vers cette température qu'il conviendra de se tenir au moyen d'un dispositif de refroidissement approprié, dont le plus simple est constitué par des ailettes de métal bon conducteur, comme le cuivre.

CONCLUSION DE L'ÉTUDE THÉORIQUE.

Cette étude, que nous avons simplifiée à l'extrême compatible avec la compréhension des phénomènes, est basée sur des théories qui n'ont pas la prétention de représenter rigoureusement la réalité des faits. Elles permettent néanmoins d'arriver à des résultats vérifiés par l'expérience, et d'expliquer certaines anomalies expérimentales. Que leur demander de plus ?

De tout ce que nous avons vu, il y a au moins une chose à retenir pour

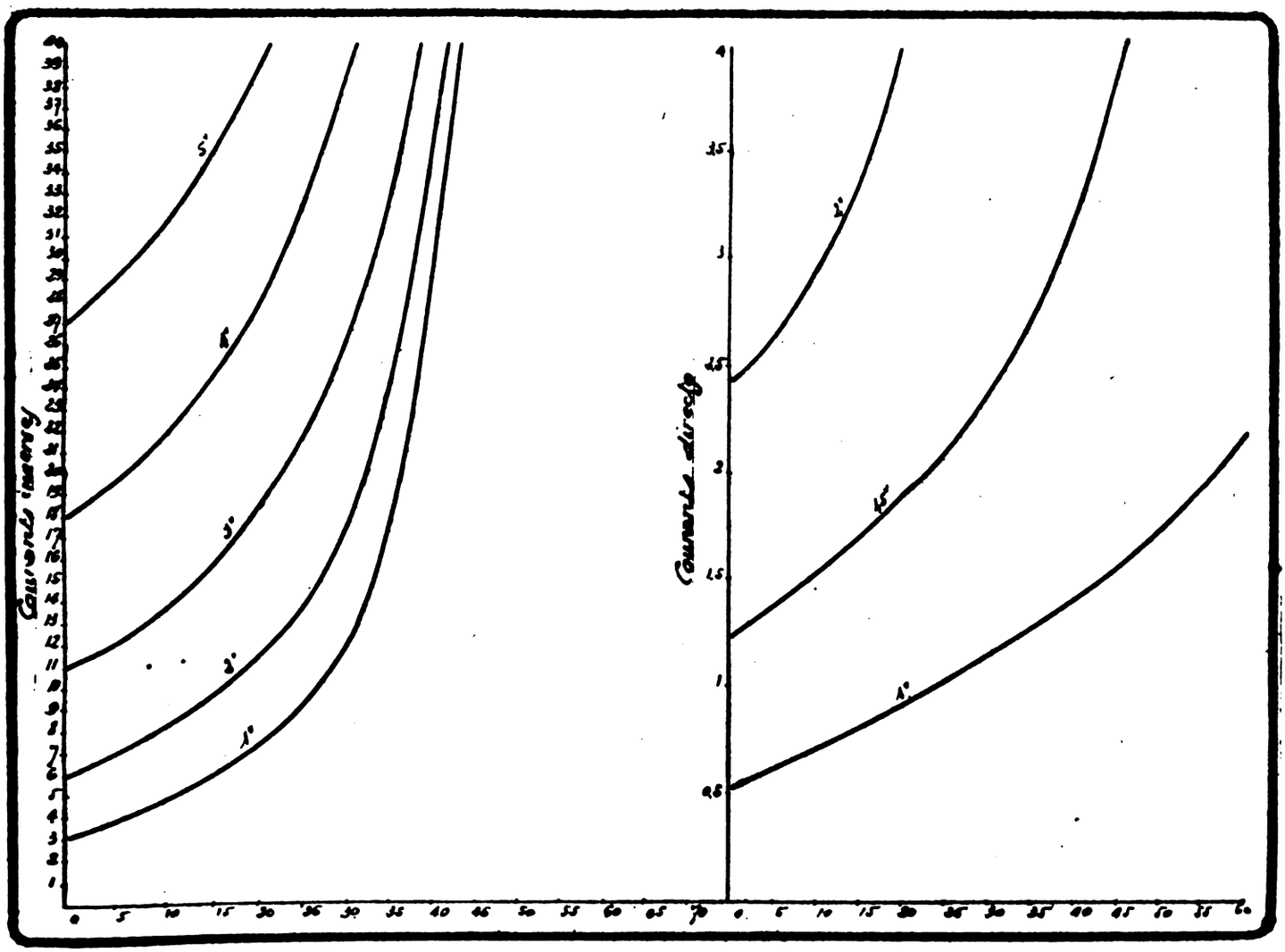


Fig. 11.

Digitized by Google

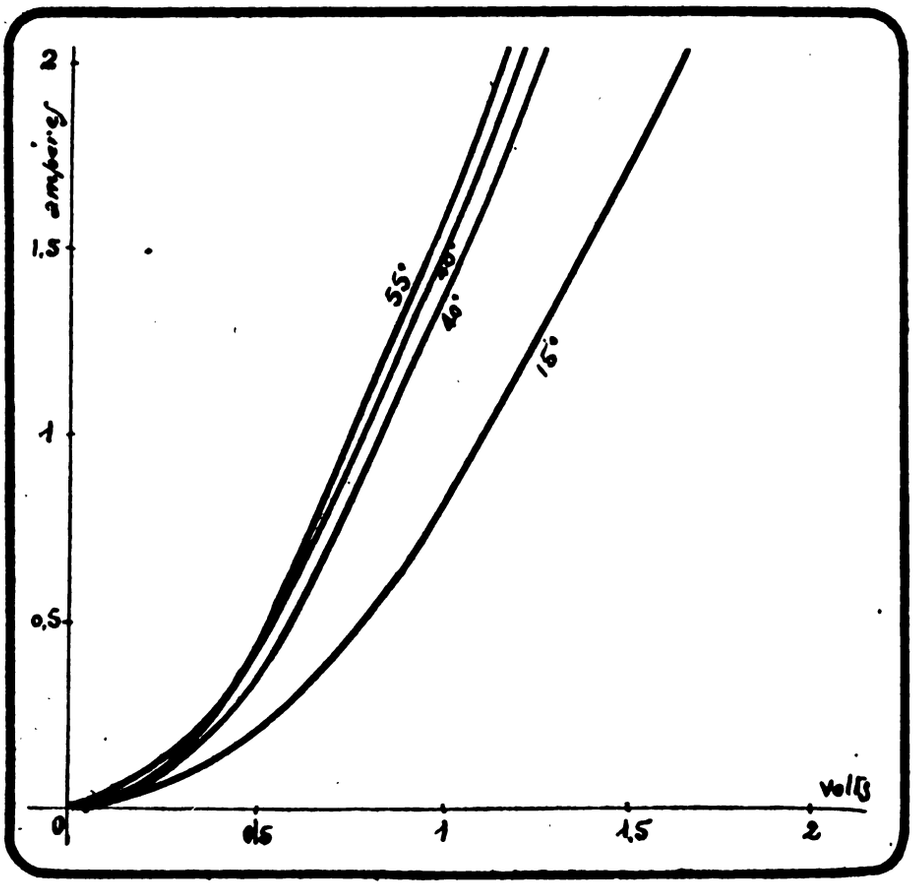


Fig. 12.

la pratique : C'est l'influence désastreuse d'une élévation de température sur la conservation des éléments redresseurs. C'est sans doute à ce fait qu'il faut rattacher les mécomptes qu'ont eus les premiers constructeurs, et le déchet important qui est encore observé actuellement. En effet, tous les appareils redresseurs sont montés avec un certain nombre de couples en série. Si ces éléments ne sont pas tous identiques, le rendement total correspondra à celui de l'élément le plus défectueux, et cette valeur peut ne pas convenir à l'utilisation projetée. Malgré tous les soins apportés à la fabrication des éléments, la proportion des rebuts atteint 50 % dans une grande usine étrangère ayant de nombreuses filiales en France, et il semble qu'on ne puisse faire mieux. Ce rebut sérieux montre que les appareils mis dans le commerce ont passé victorieusement un examen des plus sévères, et s'ils ne donnent pas satisfaction, la faute en est uniquement à l'usager.

ÉTUDE PRATIQUE

Nous allons étudier maintenant le mode d'emploi de ces appareils, leur rendement, et la chute de tension qu'ils provoquent, de façon à pouvoir déterminer à l'avance les dispositifs à utiliser dans chaque cas particulier.

Nous dirons d'abord un mot de leur fabrication :

On part de rondelles de cuivre rouge de 1‰ à 1‰5 d'épaisseur, que l'on chauffe à haute température en présence d'air. Le cuivre donne alors une couche d'oxyde cuivreux Cu_2O, stable à haute température, et qui peut

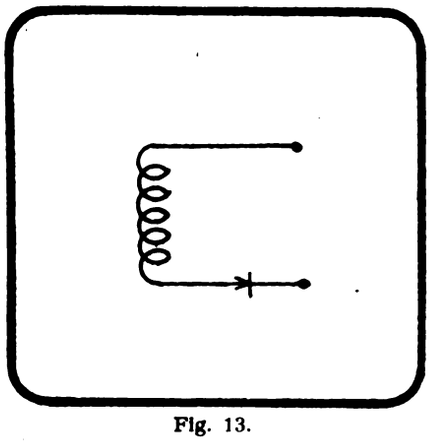


Fig. 13.

former un entectique fondant à 1035°. Comme on opère vers 1040°, l'oxyde se dissout partiellement dans le cuivre. Après refroidissement, on débarrasse les rondelles, par un sablage, de la couche d'oxyde cuivrique formée aux températures intermédiaires. L'autre face est décapée, et sur la couche d'oxyde on applique une rondelle de métal malléable, tel que le plomb. Tous les éléments sont montés en série sur une tige isolée, et fortement serrés au moyen de boulons.

Le mode de montage théoriquement le plus simple est celui qui est représenté par la figure 13, où un seul élément est branché en série avec le secondaire d'un transformateur, et avec les appareils d'utilisation. Ce montage a l'inconvénient de ne redresser qu'une alternance ; on est donc conduit à des montages symétriques, utilisant les deux alternances. Le montage le plus employé est celui dit en pont de Wheatstone (fig. 14), qui n'utilise qu'un transformateur à un secondaire.

Les modes d'utilisation des appareils sont rangés en deux catégories : débit sur batterie, pour la charge des accumulateurs, et débit sur résistance pure pour l'alimentation totale, en régime permanent, des récepteurs de T. S. F.

Nous allons étudier successivement ces deux modes d'emploi aux points de vue de la forme de courant redressé, de la chute de tension et du redressement.

I. *Débit sur batterie.*

Nous prenons le schéma de la figure 14. Soit V sin ωt la force électromotrice aux bornes du secondaire du transformateur, r la résistance de celui-ci, E la force électromotrice de la batterie ; R la résistance totale du circuit parcouru par le courant redressé. Nous supposerons enfin que les contacts ont une résistance p dans le sens direct, et une résistance infinie dans le sens inverse. Notons tout de suite que ce n'est là qu'une approximation, puisque le rapport des deux résistances est de l'ordre de 1000.

Le courant peut charger la batterie en suivant les deux trajets ACDBA et BCDAB. Il est bien évident que les courants dans ces deux circuits sont simplement décalés l'un par rapport à l'autre de ½ période. Il suffit donc de calculer l'un d'eux, par exemple celui qui traverse le circuit ACDBA. La force électromotrice dans ce circuit a pour valeur instantanée

$$v = E - V \sin \omega t$$

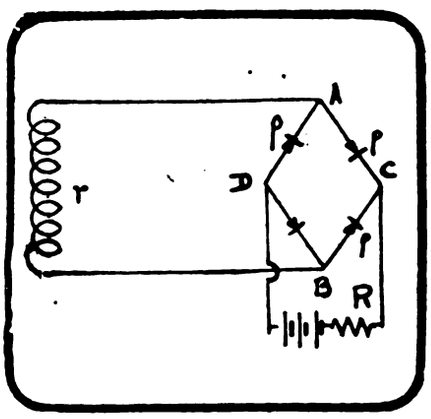


Fig. 14.

Digitized by Google

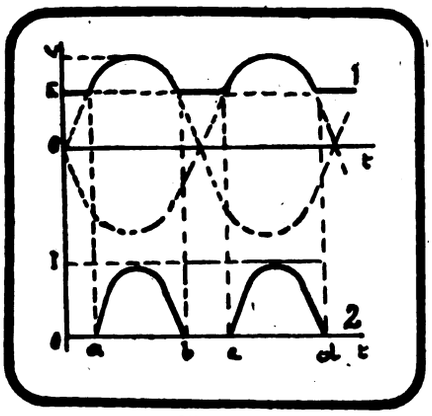


Fig. 15.

La résistance est d'autre part

$$r_1 = R + r + 2\rho$$

Le courant est donc

$$i_1 = \frac{V \sin \omega t - E}{R + r 2\rho}$$

et sa valeur maximum est

$$I_1 = \frac{V - E}{R + r + 2\rho}$$

On aura de même

$$i_2 = \frac{V \sin \omega t - E}{R + r + 2\rho}$$

$$I_2 = \frac{V - E}{R + r + 2\rho}$$

Ces deux courants se superposent dans la batterie; on obtient alors un courant de charge représenté par la courbe (2) de la figure 15.

Forme de la tension aux bornes. — Il faut calculer $V_C - V_D$.

Le courant dans un quelconque des circuits ACDBA et BCDAB est

$$i = \frac{V \sin \omega t - E}{R + r + 2\rho}$$

On a donc

$$V_C - V_D = R \frac{V \sin \omega t - E}{R + r + 2\rho} + E$$

$$V_C - V_D \frac{RV \sin \omega t + (r + 2\rho)}{R + r + 2\rho}$$

Cette expression est représentée par la courbe de la figure 16.

On peut calculer la valeur de l'ondulation du courant redressé ; on trouve

$$e = \frac{R(V - E)}{R + r + 2\rho}$$

Détermination de la chute de tension.

Le problème revient, en pratique, à déterminer la caractéristique externe d'un appareil, c'est-à-dire à étudier comment varie le courant moyen avec la force électromotrice moyenne. Calculons d'abord cette dernière quantité.

Le courant ne peut être redressé que dans les intervalles où la différence

$$V \sin \omega t - E$$

est positive. Posons $\frac{V}{E} = p$. soit d'autre part une fonction déterminée par la condition d'être égale à sin $x - p$ dans tous les intervalles de variation de x entre O et 2π où cette quantité est positive, et d'être nulle partout

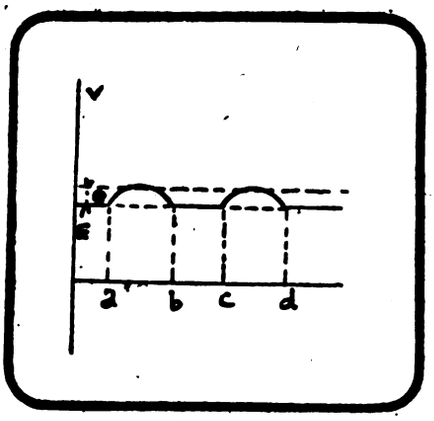


Fig. 16.

ailleurs. La force électromotrice utilisée pour le redressement peut s'écrire

$$V_1 = Vy$$

Mais le montage en pont offre un chemin à l'alternance suivante, qui donne un courant de même forme, mais décalé de π. Sans raisonnements compliqués, on voit que la valeur moyenne de la différence de potentiel sera

$$V_m = 2 V y_m$$

y_m désignant la valeur moyenne de y. On a évidemment

$$y_m = \frac{1}{2\pi} \int_{\text{arc sin } p}^{\pi - \text{arc sin } p} (\sin x - p)\, dx$$

d'où

$$y_m = \frac{1}{2\pi}$$

$$[2 \cos \text{arc sin } p - p (\pi - 2 \text{arc sin } p)]$$

ou enfin

$$y_m = \frac{\sqrt{1 - p^2}}{\pi} - \frac{p}{2} + \frac{p}{\pi} \text{arc sin } p.$$

Il est plus simple d'ailleurs d'introduire le facteur $2y_m$; ses valeurs sont données en fonction de p par la courbe 1 de la figure 17.

On a donc, pour déterminer la caractéristique externe, la relation

$$I_m = \frac{V(2y_m)}{R + r + 2\rho}$$

Une difficulté réside dans la mesure de la résistance ρ ; nous indiquerons un peu plus loin une méthode applicable à cette détermination.

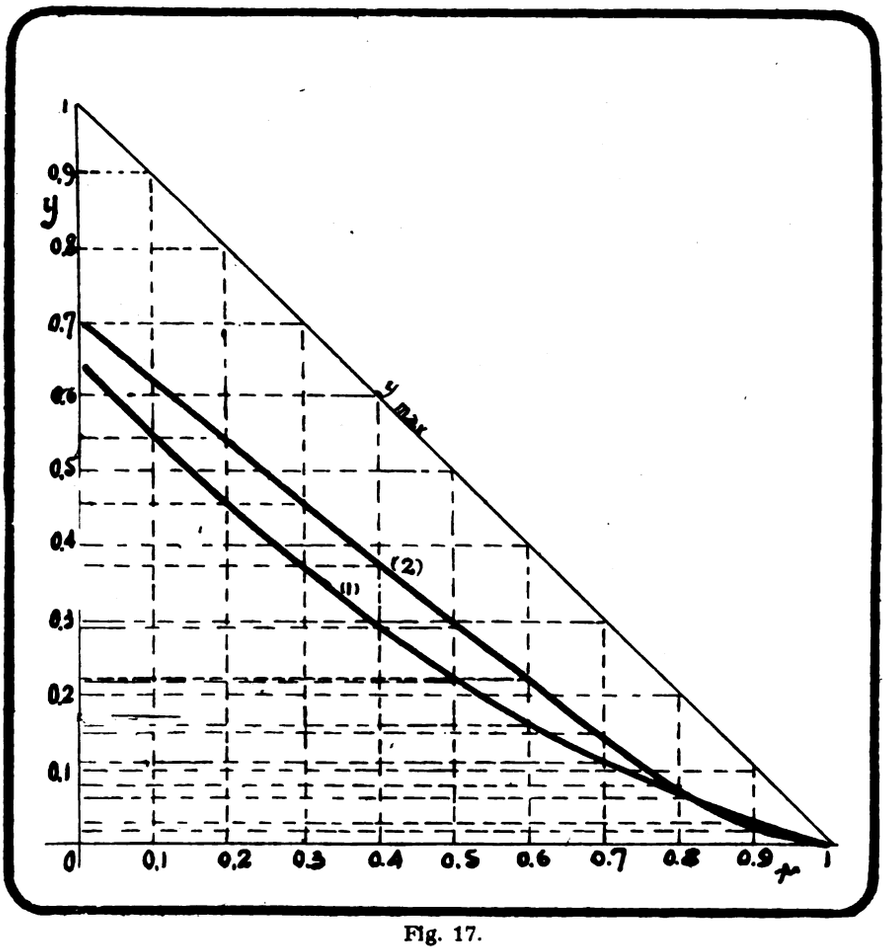


Fig. 17.

Digitized by Google

Ayant ainsi la valeur de ρ, on en déduit par points la caractéristique externe ; on obtient une courbe analogue à celle de la figure 18.

Calcul du rendement.

Le rendement est le rapport de la puissance utile à la puissance fournie totale. Cette dernière est égale à la somme de la puissance recueillie et de la puissance dissipée en chaleur. Le calcul du rendement peut donc s'effectuer au moyen de celui des pertes, et pour cela il faut calculer la valeur efficace du courant redressé. On a

$$I_{eff} = I_m \times \frac{y_{eff}}{y_m}$$

avec

$$y_{eff} = \int_{\text{arc sin } p}^{\pi - \text{arc sin } p} (\sin x - p)^2 \, dx$$

Un calcul un peu plus compliqué que celui que nous avons fait pour obtenir y_m donnerait l'expression de y_{eff} en fonction de p. Nous nous bornerons à en donner la représentation graphique, courbe 27 de la figure 17.

Les pertes de puissance dues au courant direct ont pour valeur :

$$(R + r + 2\rho)(I_{eff})^2$$

Les pertes dues au courant de retour sont en général faibles vis-à-vis de celles-ci. On peut les calculer, mais leur peu d'importance ne mérite guère ce surcroît de fatigue.

En pratique, en appliquant ces calculs aux redresseurs, on trouve des rendements qui varient entre 25 et 45 %. Ces chiffres peuvent sembler faibles, mais si d'une part on tient compte de la faible puissance de ces appareils, et si d'autre part on les compare à ceux des redresseurs thermoïoniques, qui oscillent entre 15 et 20 %, on ne peut que s'en déclarer satisfait.

II. *Débit sur résistance pure.*

Ce cas peut se rencontrer dans les dispositifs d'alimentation totale des récepteurs sur le secteur. Les calculs

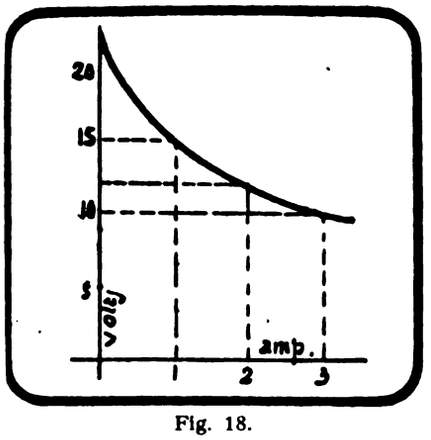


Fig. 18.

que nous venons de faire se simplifient beaucoup du fait que E est nul. On aura par exemple :

$$V_m = V \text{ [val. moy. de sin } n\text{]}$$

$$V_m = \frac{2}{\pi} V$$

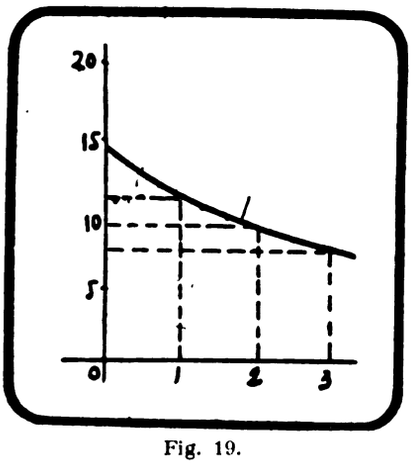


Fig. 19.

La caractéristique externe sera alors donnée par

$$I_m = \frac{\frac{2}{\pi} V}{R + r + 2\rho}$$

Pour déterminer ρ, on peut procéder par approximations successives. On commence par déterminer expérimentalement la caractéristique d'un appareil alimenté par un transformateur de résistance intérieure très faible, et débitant sur une résistance pure. On fait ensuite débiter le redresseur sur une batterie, si l'on veut déterminer la caractéristique dans ce dernier cas. On donne à ρ une valeur approchée, et on en déduit le courant I_m ; on calcule la valeur maximum du courant,

$$I_{max} = I_m \times \frac{y_{max}}{y_m}$$

et de cette valeur, au moyen de la caractéristique de débit sur résistance pure, on déduit une valeur plus approchée de ρ, et ainsi de suite.

La caractéristique de débit sur résistance présente une forme analogue à celle de la courbe de la figure 19. Remarquons que l'intensité dans ce cas est toujours plus faible que dans le cas précédent. Cela tient à la faible résistance interne de la batterie.

Le calcul du rendement se ferait comme précédemment, en introduisant les valeurs efficaces, de l'intensité. L'expérience montre que, à tension moyenne égale, donc à courant moyen égal, le redresseur s'échauffe davantage dans le débit sur batterie que dans le débit sur résistance. La théorie explique ce fait par la différence des courants efficaces, plus intenses dans le premier cas que dans le second.

Nous aurions pu faire cette étude pratique beaucoup plus détaillée et approfondie, mais cela nous aurait allongé démesurément cet article, sans apprendre de choses bien neuves. Nous nous tenons à la disposition de ceux de nos lecteurs que la question intéresserait pour tous renseignements d'ordre pratique. Nous procédons actuellement à des essais en vue de la fabrication *at home* des éléments redresseurs. Nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats, et, en cas de réussite, nous leur ferons savoir s'il est plus avantageux d'acheter les éléments tout faits, vendus dans le commerce, avec leur transformateur d'alimentation.

JEAN BARRÉ.
ancien élève de l'Ecole Polytechnique

En vous abonnant, l'exemplaire de « Radioélectricité et QST français réunis » ne vous coûtera que cinq francs. Vous aurez en outre l'avantage de le recevoir régulièrement à domicile et, si vous vous abonnez avant le 28 février 1930, il vous sera fourni gratuitement une très belle carte radiophonique de l'Europe.

Digitized by Google

NOS REALISATIONS

LE 3 L. M. 71

UN montage simple utilisant des lampes modernes et destiné à faire la joie des possesseurs d'antennes, tel est le 3 L. M. 71.

Il se compose essentiellement d'une H. F. à résonance avec lampe à écran, une détectrice fonctionnant par utilisation de la courbure inférieure de la caractéristique plaque, et une B. F. de puissance à transformateur.

DESCRIPTION DU MONTAGE

Le schéma de principe ci-contre nous en montre les divers éléments : le système d'accord est des plus simples, montage en direct. Il comprend un condensateur variable CV_1, d'une capacité de 0,5/1.000 de Mfd et démultiplié si possible monté sur les contacts mobiles d'un inverseur bipolaire reliés eux-mêmes à l'antenne d'une part et à la terre d'autre part. Deux selfs en double fond de panier, L et L_1 sont branchées sur les contacts fixes

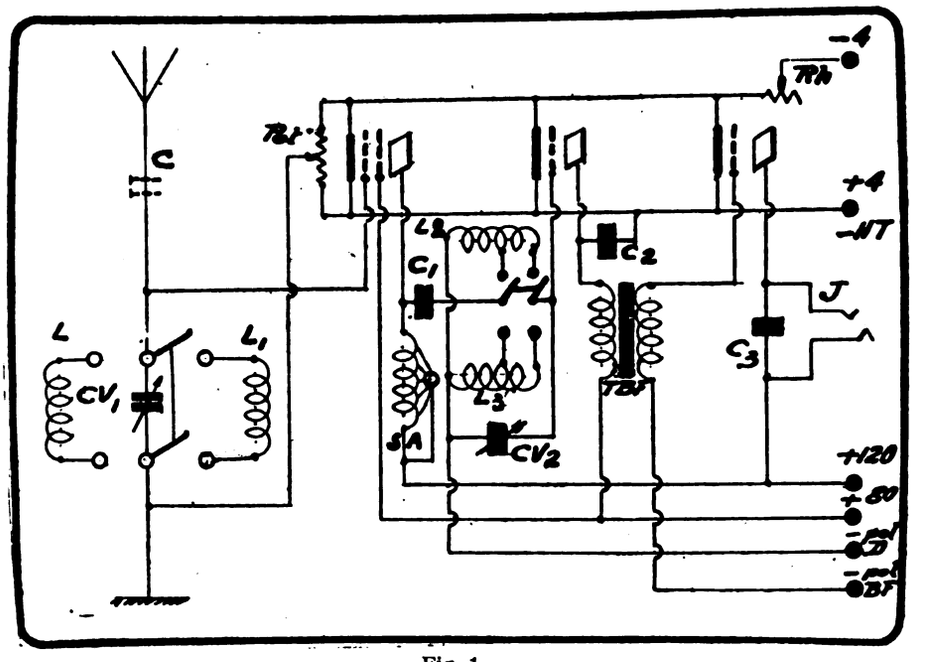


Fig. 1.

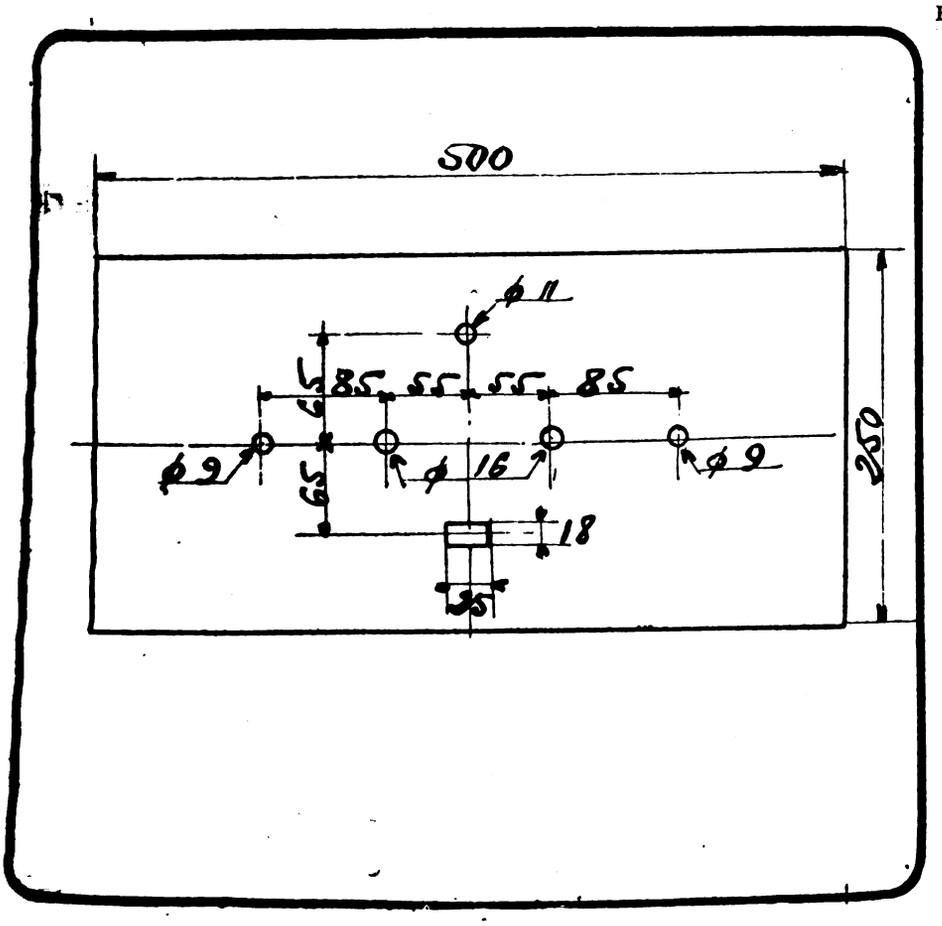


Fig 2.

de l'inverseur. La self I. comporte 50 spires et donne l'accord pour les ondes comprises entre 200 et 600 mètres, L_1 en compte 200 et permet la réception des grandes ondes, soit de 800 à 2.000 mètres. Le circuit oscillant ainsi réalisé attaque, du côté antenne, la grille de la lampe H. F. et est réuni, du côté terre, au curseur d'un potentiomètre de 600 ohms (Pot) monté en dérivation sur le circuit de chauffage.

Le circuit de liaison entre la lampe H. F. et la détectrice est un peu plus compliqué et est composé tout d'abord d'une bobine semi-apériodique à plots (SA) mise en série avec la plaque de la H. F. Cette bobine sert de bouchon et arrête les courants de haute fréquence qui sont transmis au circuit de résonance proprement dit par le condensateur fixe C_1 ayant une capacité de 0,2/1000 de Mfd.

Nous retrouvons alors un autre inverseur bipolaire mettant en service l'une ou l'autre des selfs L_2 et L_3, dont voici les caractéristiques :

L_2 : double fond de panier de 60 spires avec prise à la 20e (P. O.)

L_3 : double fond de panier de 225 spires avec prise à la 75e (G. O.)

Les connexions sont établies de telle manière que le condensateur C_1 est branché, par l'intermédiaire de

Digitized by Google

l'inverseur, à l'une ou l'autre des prises, et les entrées à la grille de la détectrice. Les deux sorties sont reliées entre elles et à un des pôles négatifs de la pile de polarisation. L'accord est obtenu par un condensateur variable démultiplié de 0,5/1.000 de Mfd (CV_2).

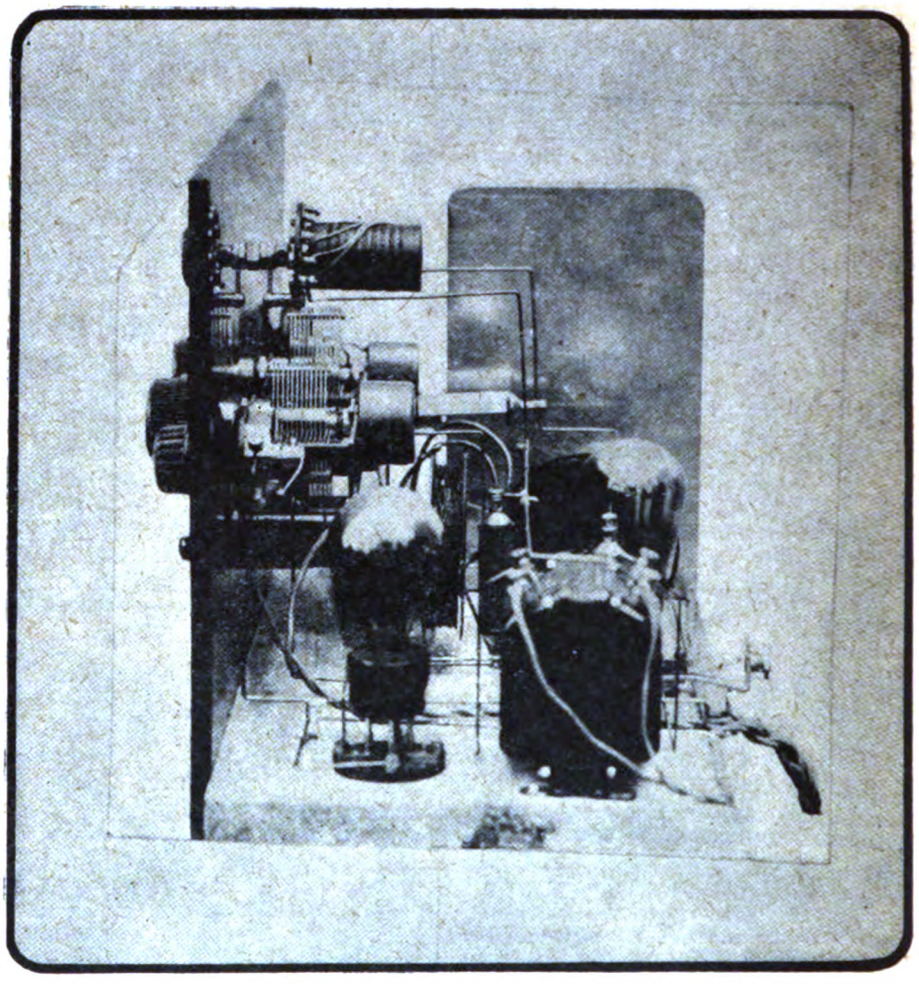
Le transformateur TBF. qui équipe l'étage d'amplification basse fréquence est de rapport 1/4 ou 1/5, appareil nécessairement de bonne fabrication et, autant que cela se peut, du type super. Le condensateur C_2 qui se trouve entre la plaque de la lampe détectrice et le positif du chauffage est fixe et de 4/1000 de Mfd, il est indispensable à la stabilité du récepteur et à l'obtention d'un accrochage doux.

Le haut-parleur est branché directement en série dans le circuit plaque de la B. F. sans système de protection. Si la polarisation de grille de cette lampe est judicieusement ajustée, il n'y a aucun danger pour les enroulements du reproducteur. Le condensateur fixe C_3 est de 4 ou 6/1000 de Mfd.

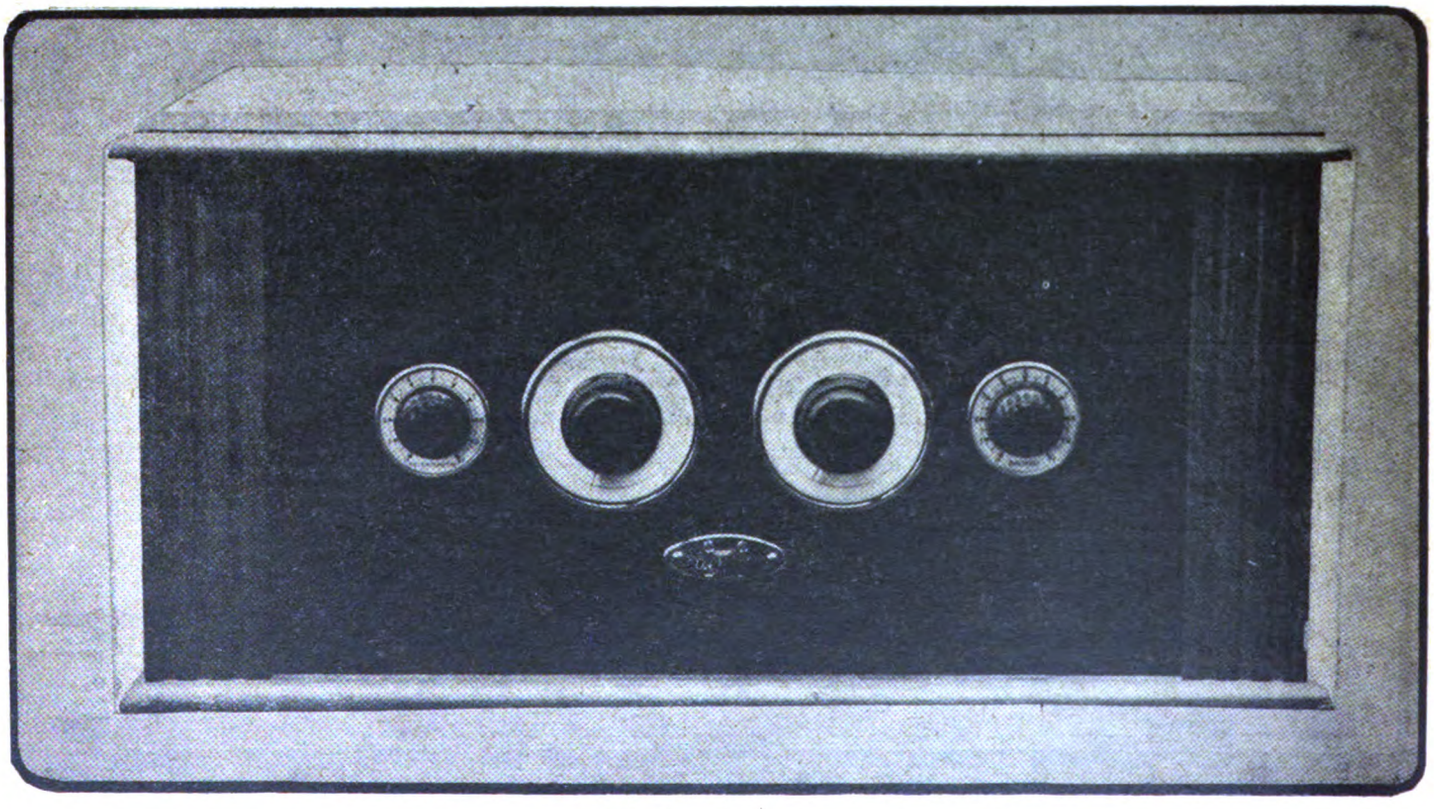
Les trois lampes ont leurs filaments chauffés à quatre volts par la batterie classique, toutefois un rhéostat (Rh) est prévu et permettra dans certains cas de diminuer le voltage appliqué. Il ne faut cependant pas s'en servir pour le réglage de la puissance, pour lequel le potentiomètre est prévu, car des déformations apparaissent vite.

LA RÉALISATION

Ainsi que les photographies le montrent, le montage est effectué, suivant une vieille formule, sur une planche

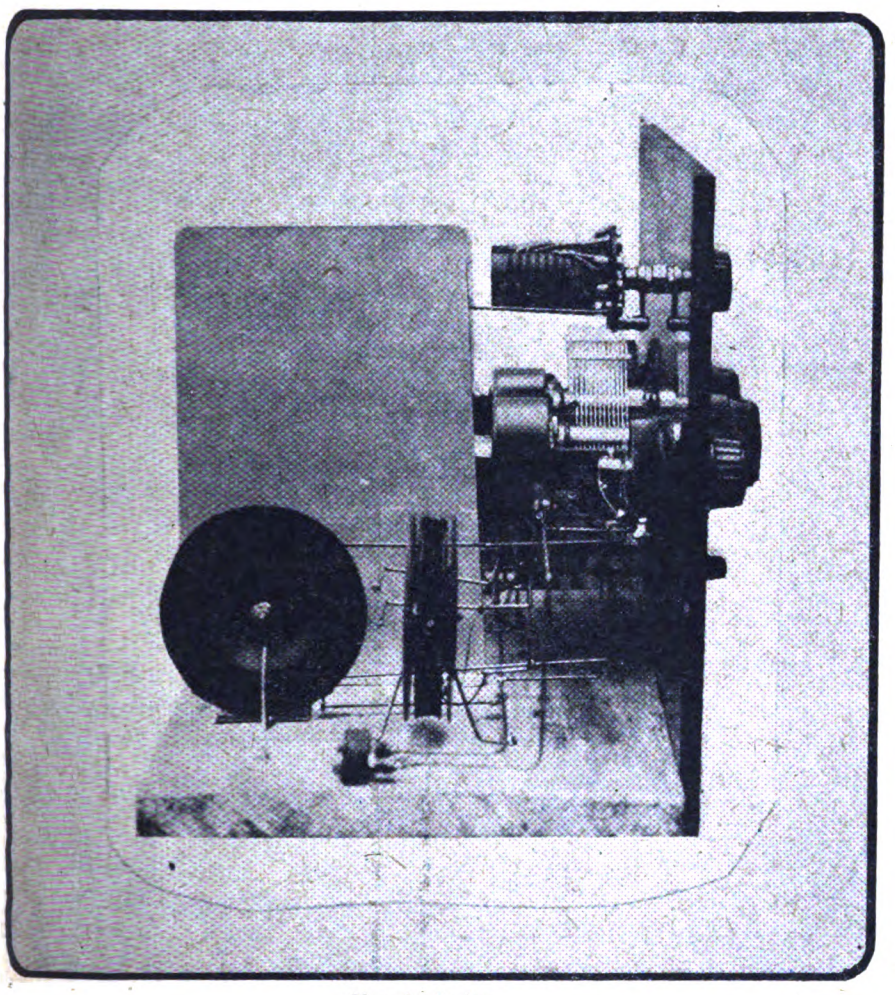


Vue de gauche



Vue avant.

Digitized by Google

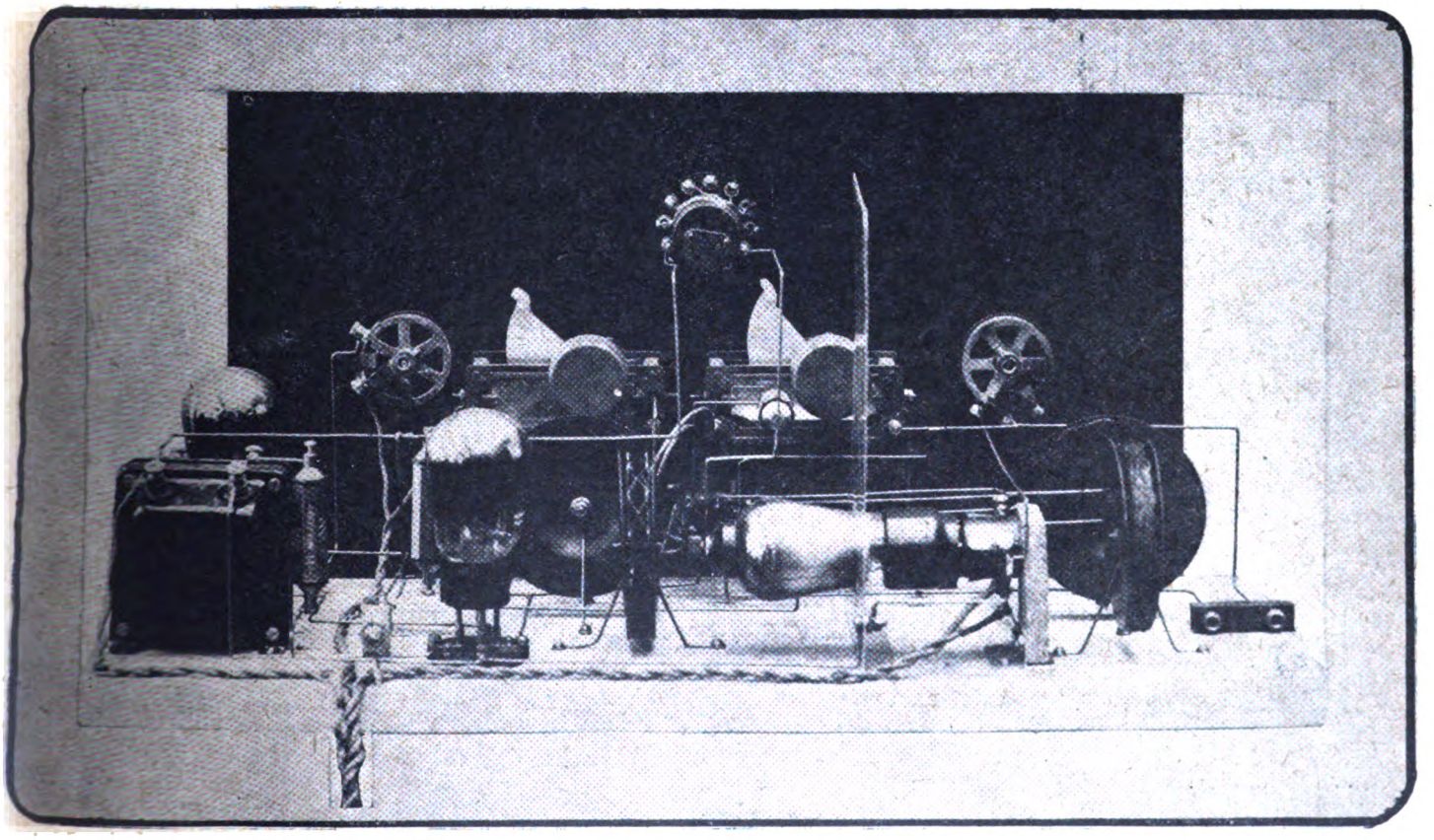


Vue de droite.

ayant comme dimensions : longueur, 500 m/m ; largeur, 210 m/m, et épaisseur, 20 m/m, sur le champ de laquelle est fixé un panneau d'ébonite mesurant 500 m/m. sur 250 en 6 d'épaisseur. Ce panneau reçoit, suivant le plan de perçage de la figure 2, les deux condensateurs variables, le rhéostat, le potentiomètre, le bouton de commande de la self à plots et une clef tétrapolaire remplaçant les deux inverseurs du schéma de principe.

Les autres éléments sont placés sur la planche horizontale de fond. Les bobines L, L_1, L_2 et L_3 sont tout d'abord montées entre des joues en celluloïd de façon à avoir une bonne rigidité, de petits supports faits de fil nu de 20/10 les maintiennent solidement sur la planche. Il faut naturellement s'arranger pour que deux selfs fonctionnant ensemble soient à angle droit. La lampe à écran est placée dans un support vissé sur une petite planchette ou une équerre attenant à la planche. Elle est ainsi horizontale, ce qui facilite de prolonger l'écran par un blindage extérieur constitué d'une feuille de cuivre ou d'aluminium de 20 cm. sur 12.

Le montage de la détectrice et de la partie B. F. n'offre rien de particulier et nous n'insisterons pas plus sur ce point. Le plus délicat est certainement de faire les connexions sur la clef tétrapolaire, et encore ne s'agit-il là que d'avoir un peu de patience et un fer à souder d'un petit modèle.



Vue arrière.

Digitized by Google

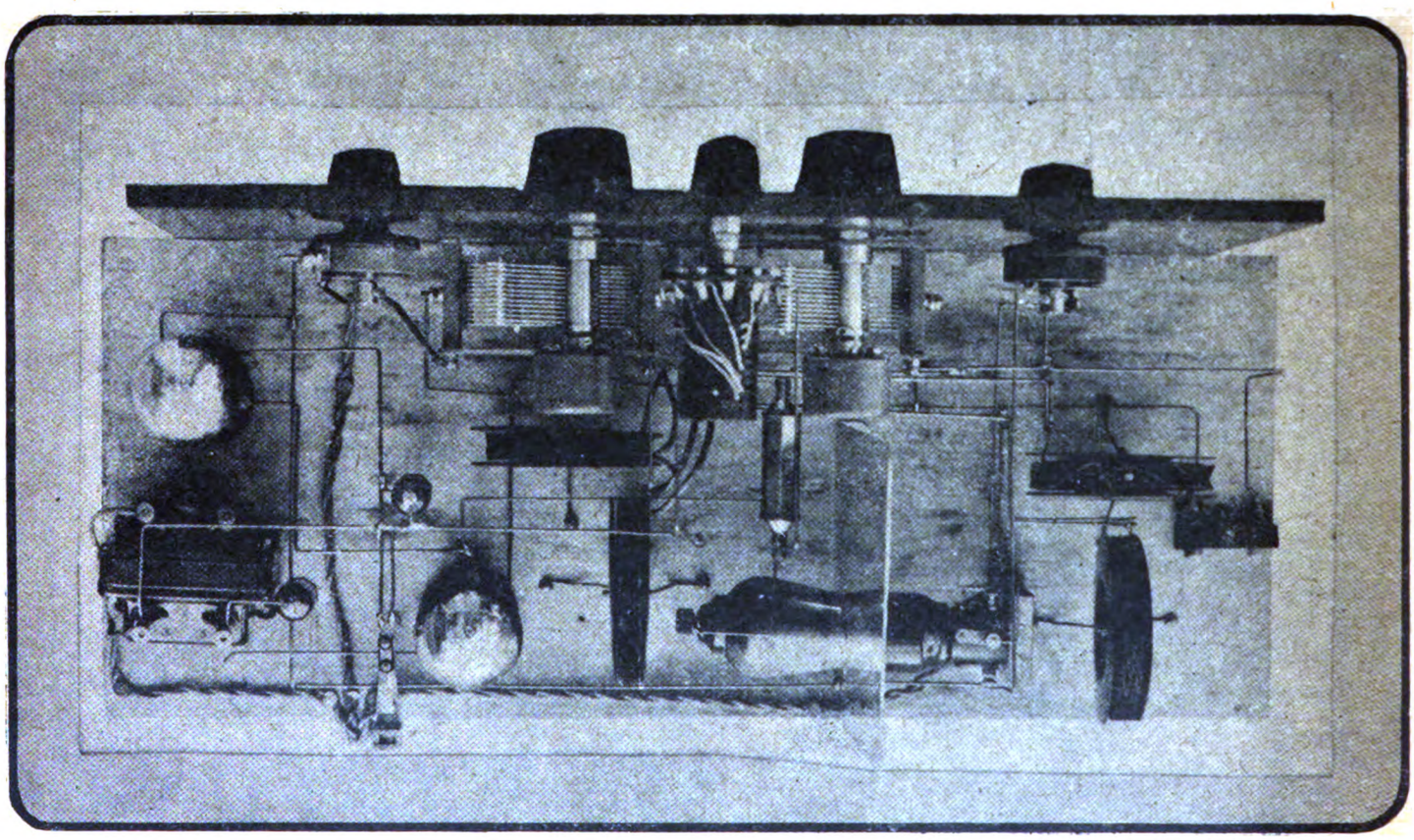
Les liaisons avec les accessoires extérieurs, sources, antenne et terre, haut-parleur, se font par l'arrière de l'ébénisterie, nous avons à gauche l'antenne et la terre, dont les fils d'arrivée seront munis de fiches " bananes" venant se placer dans deux douilles de 4 m/m vissées dans un taquet d'ébonite. A droite se trouve le jack du haut-parleur et au-dessous de lui l'ensemble des conducteurs venant des sources d'alimentation. Ceux-ci sont simplement des fils souples à deux conducteurs type lumière, tressés en natte et soudés directement aux circuits intéressés.

MISE AU POINT ET RÉGLAGE

Si le montage est bien effectué et les organes employés de bonne qualité, le récepteur doit fonctionner de suite. Il y a ensuite lieu de rechercher quelles sont les meilleures polarisations à appliquer aux grilles des lampes détectrices et B. F. Pour les tensions plaques indiquées, soit 120 et 80 volts, la grille détectrice doit être portée à une tension négative d'environ 4 à 4,5 volts, et la grille B. F. (lampe ayant une résistance interne d'environ 2.500 ohms) à 12 ou 14 volts. Enfin il faut aussi tenir compte de l'antenne sur laquelle on reçoit. Si celle-ci est intérieure ou même extérieure mais courte (8 à 10 mètres) l'accord direct convient très bien, mais si l'on a affaire à un aérien de plus grande importance, la sélectivité devient insuffisante. Dans ce cas il est facile de placer en série un condensateur fixe (représenté en pointillé sur le schéma de principe) dont la capacité peut être comprise entre 0,2/1000 et 2/1000 suivant la longueur de l'antenne. Un vieux condensateur variable de 1/1000 fera d'ailleurs très bien l'affaire et permettra en quelque sorte d'avoir un récepteur de sélectivité variable.

Les résultats que donne ce montage sont très satisfaisants, la plupart des stations européennes " sortent " en haut-parleur moyen avec une grande pureté sur une antenne unifilaire d'une quinzaine de mètres. Malheureusement, il faut pour cela résider à la campagne, ou tout au moins à quelque dix kilomètres de Paris, car dans cette ville même les voix des stations métropolitaines ont une fâcheuse tendance à couvrir leurs sœurs plus lointaines, et il est préférable d'avoir recours à un des nombreux supers décrits dans cette revue.

R. LEPESQUEUR.



Vue du dessus.

Digitized by Google

11e Année — No 72 — MARS 1930

RADIOELECTRICITE ET = QST = "FRANÇAIS"

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS :
France et Colonies.. .. .. 70 fr. par an
Étranger .. .. 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITÉ :
53, rue Réaumur, PARIS (2e)

TÉLÉPHONE :
Richelieu 88-27
Louvre 03-72

A titre de prime et seulement jusqu'au 31 Mars prochain, les abonnements reçus jusqu'à cette date bénéficieront du tarif exceptionnel ci-dessous :

France : 60 fr. par an. — Étranger : 70 fr. par an

Sommaire :

	Pages
Le magnétisme terrestre et les taches solaires (Général CARTIER)..	2
Appareils, méthodes et formules de mesures (*Suite*) Jean VIVIÉ, *(Ingénieur civil des Mines)*.....	3
Note sur l'action d'un courant quelconque sur un circuit oscillant (P. OLINET).....	6
Réflexions sur un redresseur pour l'alimentation des circuits de plaque (P. OLINET).....	12
Une théorie des changeurs de fréquence avec lampe à une grille — à deux grilles — à trois grilles (R. BARTHÉLEMY, *Ing. E. S. E.*)	17
L'alimentation totale des émetteurs par le secteur alternatif (André PLANÈS PY, F8EI).....	25
La télévision en Grande-Bretagne (Léon de LA FORGE).....	29
Tour d'Europe radiophonique (Alex SURCHAMP).....	33
Le bloc S.O.C. 72 (R. LEPESQUEUR).....	38
" Radio-Nations " (Alfred LÉVY).....	42
Conversation radiophonique.....	45
A travers la presse étrangère.....	46
Chez les constructeurs (A. LUGIER).....	48
Les Brevets.....	50
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission.....	52

Reproduction interdite pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision

Digitized by Google

LES PHENOMENES de PROPAGATION

Le magnétisme terrestre et les taches solaires

J'AI expliqué dans un article précédent que l'orientation de l'aiguille aimantée résultait de l'action de l'éther sur les courants électroniques transversaux de l'aiguille. Cette orientation indique le sens de ce *vent d'éther* que l'expérience de *Michelson* n'a pu déceler, et elle démontre en outre que son intensité croît avec l'altitude, d'où il résulte encore que la Terre et son atmosphère entraînent partiellement l'éther et que cet entraînement diminue avec l'altitude.

Cette théorie, comme je l'ai montré, est d'accord avec les faits observés et notamment avec les variations diurnes, annuelles et séculaires de la déclinaison.

Mais, à côté de ces variations systématiques, il en est d'autres à allure tout à fait irrégulière, quelquefois plus intenses que les variations diurnes, qui se produisent brusquement et dont la durée est de quelques heures ou de quelques jours : les enregistrements photographiques de ces variations permettent de les étudier à loisir et surtout de les comparer avec d'autres phénomènes dont l'observation ou l'enregistrement sont également faits avec soin depuis longtemps dans les différents pays et sous les différentes latitudes. On avait tout d'abord remarqué que, dans les stations de haute latitude, les déviations accidentelles les plus intenses coïncidaient avec l'apparition d'aurores boréales et aussi avec de violentes perturbations dans le fonctionnement des communications télégraphiques.

En 1841, une déviation de ce genre fut observée le même jour au Canada, à Sainte-Hélène, au Cap et dans l'Inde, et la comparaison des enregistrements permit de constater que le phénomène avait débuté dans les quatre stations presque au même instant : il en résultait évidemment que la cause devait en être cherchée hors du globe terrestre et à une très grande distance dans l'espace.

En 1850, *Lamour*, qui avait établi un relevé des moyennes annuelles de la variation diurne de la déclinaison pendant les seize années précédentes, remarqua que ces moyennes présentaient des maxima en 1837 et en 1848. Or ces mêmes années avaient été signalées par des maxima dans la fréquence des taches solaires.

L'attention des savants ainsi éveillée, on compulsa les registres d'observations anciennes et on constata que, depuis 1740, les deux phénomènes susvisés étaient représentés par des courbes en correspondance exacte : même les irrégularités, dans l'intervalle employé pour passer d'un maximum au minimum suivant, se retrouvaient les mêmes de part et d'autre. Ce parallélisme impressionnant a continué jusqu'à maintenant et il est vraisemblable qu'il continuera tant qu'un cataclysme astronomique ne viendra pas modifier le régime du système solaire.

Il est donc indiscutable que les taches solaires agissent sur nos aiguilles aimantées, ou plutôt que la formation des taches solaires correspond à des bouleversements de l'agent qui oriente nos boussoles, c'est-à-dire de l'éther.

C'est *Herschell* qui, le premier, a eu l'idée de chercher hors du Soleil la cause déterminante des taches. « Il a supposé qu'un courant de météores circulait sur une orbite elliptique ayant le Soleil pour foyer et dont le grand axe était égal à environ cinq rayons de l'orbite terrestre, la durée de la révolution étant celle de l'intervalle des maxima de taches, c'est-à-dire onze ans. L'excentricité doit en être assez grande pour que le périhélie soit dans l'intérieur de l'atmosphère solaire. Chaque fois que ce courant pénètre dans l'atmosphère solaire, il y provoque des bouleversements qui se traduisent à nos yeux par des taches ou facules. L'orbite météorique étant légèrement inclinée sur le plan de l'équateur solaire, les taches se produisent dans le voisinage de ce plan. D'autre part, les météores étant irrégulièrement répartis sur leur orbite, cela expliquerait la dissymétrie de la courbe de fréquence des taches. On pourrait même admettre la présence de deux essaims circulant sur des routes différentes pour rendre compte de l'apparition simultanée de deux zones de taches dans le même hémisphère. »

Naturellement, cette hypothèse hardie fut accueillie avec un certain scepticisme : on lui objecta surtout que le développement d'une tache, s'il était dû à la chute d'un bolide, devrait être très rapide et la diminution plus lente, tandis que, dans la majorité des cas, la croissance des taches ne semble pas plus rapide que leur déclin.

A l'appui de la théorie de *Herschell*, on pourrait faire remarquer que deux retours successifs de l'essaim des Léonides, au cours du dix-neuvième siècle, ont été suivis de près par des maxima intenses de taches solaires, tandis que le retour suivant, peu remarquable du reste, a coïncidé avec une époque de minimum de taches.

D'autre part, il n'a pas été noté que les étoiles filantes qui, à d'autres époques, apparaissent nombreuses dans l'atmosphère terrestre, eussent une action appréciable sur l'aiguille aimantée.

Quoi qu'il en soit, retenons ce fait que les intervalles qui séparent les maxima de taches solaires sont de onze, trente-trois et soixante-seize ans. Ce qui n'empêchait pas *Laplace* de dire à un débutant : « Ne vous attardez pas aux taches du Soleil, c'est un phénomène qui n'a pas de loi. » Le même savant ne disait-il pas qu'il était à peu près impossible qu'il y eût des satellites à mouvement rétrograde ?

On a cherché du côté des planètes la cause de sortes de marées solaires en relation avec les taches ; mais on a dû renoncer à l'idée que de telles actions à distance pouvaient produire des phénomènes de la nature et de l'ampleur des taches : il y a probablement des marées solaires correspondant aux variations de pression gravifique ambiante résultant des mouvements des planètes, mais ces marées n'ont rien de commun avec les trouées gigantesques de l'atmosphère solaire que sont les taches.

Faut-il admettre que les taches solaires peuvent résulter d'éruptions internes ? Comment s'expliquerait-on alors leur périodicité indéniable ?

Il ne reste donc comme vraisemblable que l'action d'astéroïdes, et je ne doute pas qu'une étude continue et longtemps poursuivie des mouvements des essaims qui circulent dans le système solaire ne vienne donner raison à *Herschell*. Ces coureurs de l'air produisent dans l'atmosphère et dans le sol terrestres des bouleversements que nous connaissons bien : trombes, ouragans, cyclones, tremblements de terre. Leur chute rapide sur le noyau solaire, par séries de plusieurs milliers, peut certainement ouvrir dans l'atmosphère solaire ces immenses entonnoirs dont les fonds sont les taches, et produire ces mouvements tourbillonnaires dont on a pu reconnaître le sens et mesurer la violence.

En tout cas, il est évident que les ébranlements de l'éther solaire, qui correspondent au passage de ces projectiles se propagent dans toute la bulle solaire et peuvent agiter le fluide éthéré de l'atmosphère terrestre, produisant, sur les électrons des solénoïdes que sont les aiguilles aimantées, ces poussées accidentelles qu'enregistrent fidèlement nos appareils et qui sont quelquefois plus intenses que la poussée normale dont j'ai expliqué le mécanisme.

Général CARTIER.

Digitized by Google

LA TECHNIQUE RADIOELECTRIQUE

APPAREILS, MÉTHODES ET FORMULES de MESURES

(Suite)

C) *Voltmètre thermoïonique à rectification plaque par résistance-capacité.* — Les modes de détection utilisés par les voltmètres à lampe décrits jusqu'ici (détection grille ou détection plaque) présentent tous quelques défauts sur lesquels nous n'avons pas insisté, mais qui sont réels. Dans la détection grille, le défaut est patent : il ne peut y avoir détection que s'il y a courant dans le circuit de grille : or, on aura à mesurer de très faibles différences de potentiel H. F. aux bornes d'organes plus ou moins complexes, et il ne faudrait créer aucun circuit de fuite si l'on veut mesurer la différence de potentiel réelle entre deux points quelconques d'un appareil en fonctionnement. Dans la détection plaque, en utilisant le coude inférieur de la caractéristique, on se place évidemment dans une région où le courant grille est nul, mais on perd énormément en sensibilité du fait même de l'utilisation de la région inférieure des caractéristiques plaque.

Or, nous avons fait remarquer, dans le court exposé théorique du fonctionnement de la lampe détectrice, que l'impédance Z du système détecteur pouvait figurer indifféremment, dans le circuit grille ou le circuit plaque : on a donc imaginé de placer un système résistance-capacité en parallèle, dans le circuit de plaque, pour utiliser le phénomène même de la détection grille, à cela près que les courants sur lesquels on agit n'ont plus pour valeur i_g mais $i_a = f(W)$, W était la tension composée $v + Ku$. En outre, pour éviter toute formation d'un courant grille, on polarisera la grille à une valeur juste suffisante pour ne la rendre jamais positive.

La figure 66 donne le schéma de principe d'une lampe détectant par résistance-capacité dans le circuit plaque. Ce schéma est encore intéressant par ce fait qu'il permet de réaliser facilement un voltmètre amplificateur à sensibilités multiples.

Soit, en effet, u la tension H. F. alternative maxima à mesurer, et que l'on applique à la grille : afin de supprimer sûrement tout courant grille, on polarisera celle-ci à $1{,}5u$.

Envisageons maintenant le circuit anodique : l'instrument de mesure (micro ou milliampèremètre) sera disposé en série avec la résistance R placée dans le circuit plaque (fig. 67) ; si ρ est la résistance interne de la lampe, un calcul élémentaire nous montre que le courant plaque i_a qui prendra naissance sera approximativement tel que :

$$i_a (R+\rho) = Ku$$

Quant à la tension plaque à appliquer à la lampe pour obtenir un courant anodique max. i_a pour une polarisation grille de $1{,}5u$, sa valeur approchée peut être rapidement déterminée par une formule $V = 1{,}5\ K'u$ où K' est un coefficient que l'on peut déterminer expérimentalement d'après les caractéristiques, et que l'on trouve sensiblement égal au coefficient d'amplification K de la lampe.

Dès lors, on peut faire le « projet » d'un voltmètre à lampe de ce type : la tension alternative maxima à mesurer étant u, la polarisation grille sera Ku..., et si l'on veut utiliser un galvanomètre donnant sa déviation maxima pour un courant I, on devra dis-

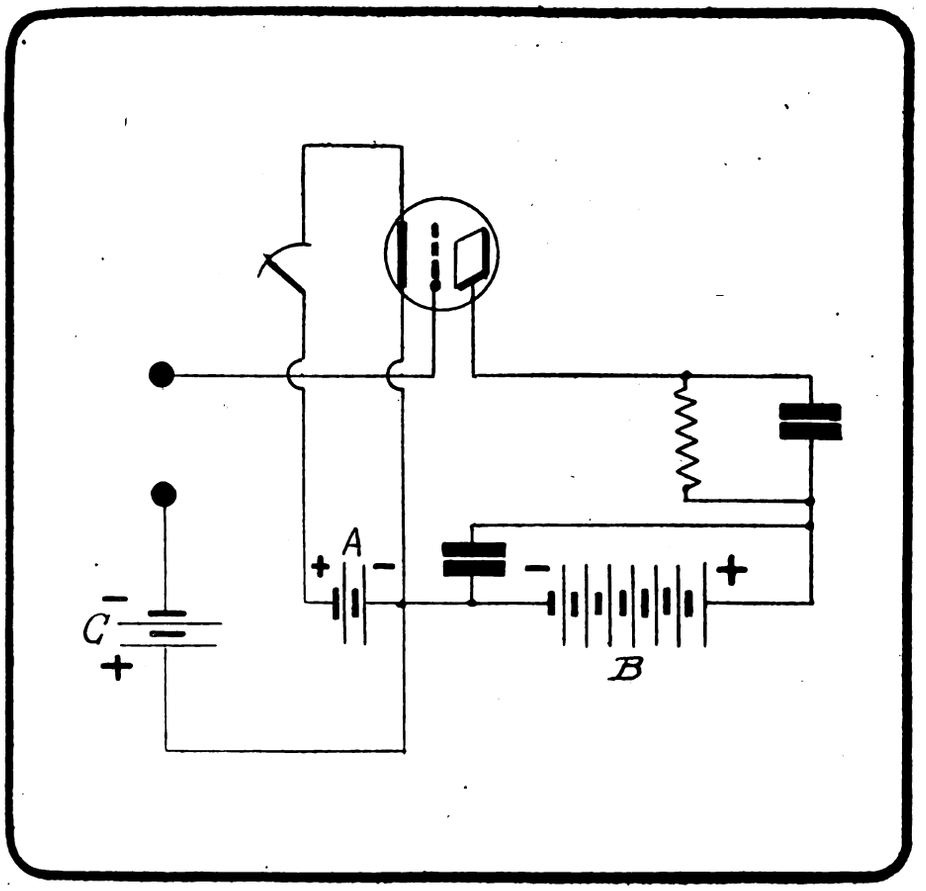


Fig. 66.

Digitized by Google

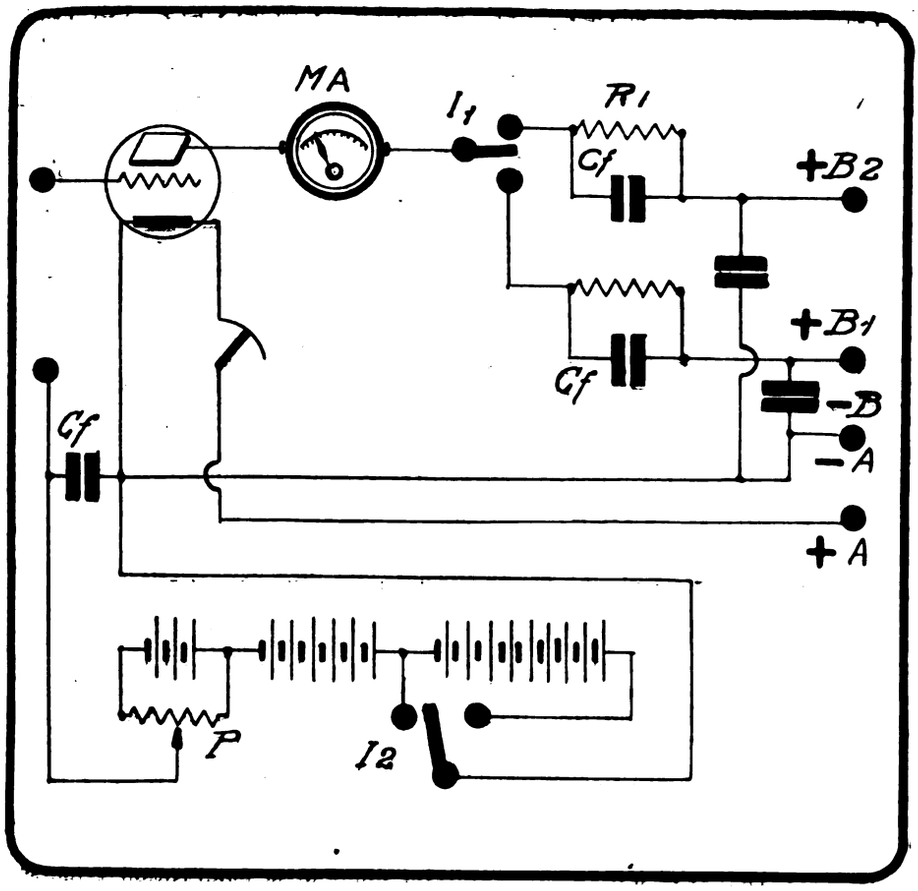


Fig. 67.

poser dans le circuit plaque une résistance R telle que $R = \frac{Ku - I\rho}{I}$

La tension plaque sera $V = 1{,}5\ K'u$, et la condition de possibilité du problème se résume à $Ku > I\rho$.

Dès lors, on aperçoit qu'en changeant la résistance R et la tension plaque, on peut obtenir toutes les gammes de sensibilité désirées : le schéma de la figure 67 nous montre un voltmètre à deux sensibilités établi sur ce type : un potentiomètre I permet de régler très exactement la polarisation grille, et le simple jeu des inverseurs I_1 I_2 permet de passer d'une sensibilité à une autre, l'inverseur I_1 en mettant en circuit la résistance R voulue avec la tension plaque appropriée, l'inverseur I_2 en donnant approximativement la polarisation grille.

Un tel voltmètre thermoïonique possède encore le gros avantage de permettre des variations légères du courant de chauffage et de la tension plaque utilisées sans amener d'erreur appréciable dans les mesures. En outre, son étalonnage est *absolument indépendant* de la fréquence de la tension alternative *u* si l'on a eu soin de shunter tous les éléments par des capacités fixes C_f : de ce fait, son étalonnage *rigoureux* peut être fait avec du courant à fréquence industrielle de 50 p.p.s., par exemple.

Quelles lampes conviennent le mieux pour ce genre de voltmètre thermoïonique? Il est facile d'y répondre. En effet, on doit rechercher une variation Δi_a du courant anodique aussi grande que possible pour une tension alternative de grille *u* donnée : il faut donc rechercher le maximum de $\frac{\Delta i_a}{u}$ Appliquons la formule générale qui régit le phénomène de détection des signaux faibles (1) ; on peut écrire :

$$\frac{\Delta i_a}{u} = \frac{\frac{\Delta s}{\Delta u}}{s} \times \frac{u}{4} \times K \times \frac{1}{R + \rho}$$

où *s* est la pente de la caractéristique

(1) *Rappelons brièvement que le développement en série de la fonction* $i = f(u)$ *peut alors se borner à*

$$f(u_1) + (u-u_1) f'(u_1) + (u-u_1)^2 \frac{f''(u_1)}{2}$$

les caractéristiques dynamiques sont

$$f(u_1) + \frac{V^2}{2} \frac{f''(u_1)}{2}$$

d'où :

$$i = \Phi(E - R_a V) = f(E - Ri) + \frac{V^2}{2} \frac{f''(u_1)}{2}$$

$$f(E - Ri_0) + R(i_0 - i_1) f'(E - Ri_0) + \frac{V^2}{2} \frac{f''(u_1)}{2}$$

et enfin

$$\Delta i = \frac{\frac{V^2}{2} \frac{f''(u_1)}{2}}{1 + Rf'(u_0)}$$

en adoptant les notations de l'article précédent.

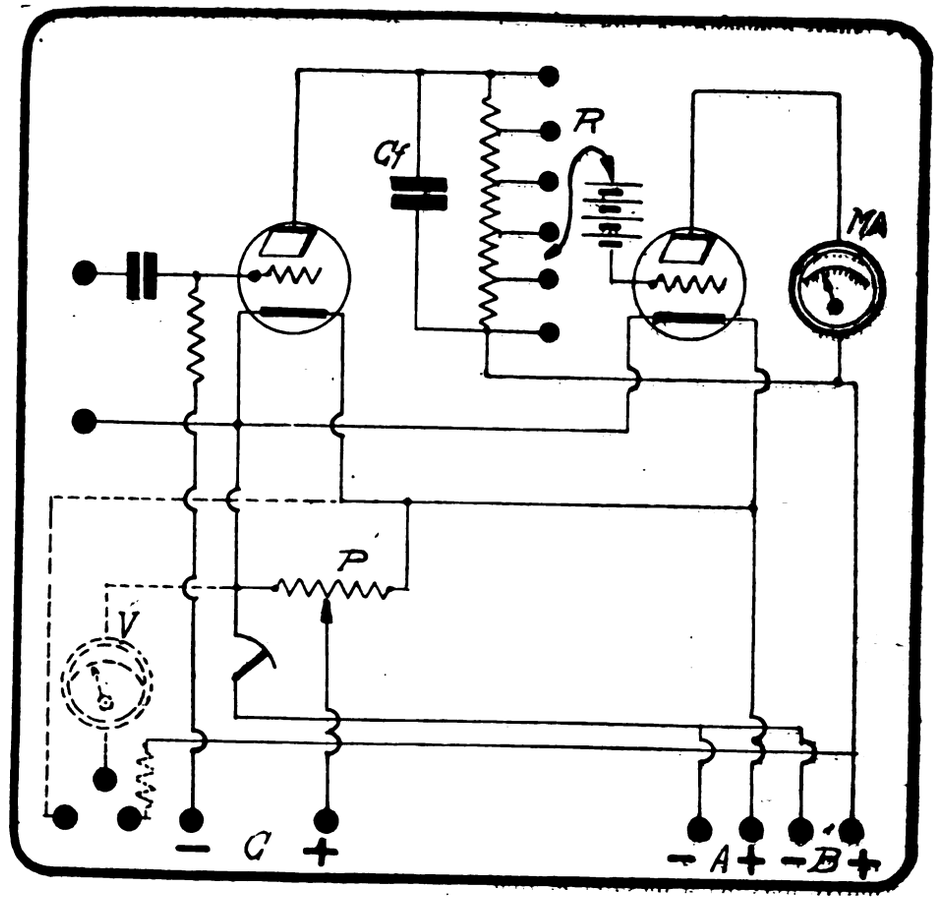


Fig. 68.

Digitized by Google

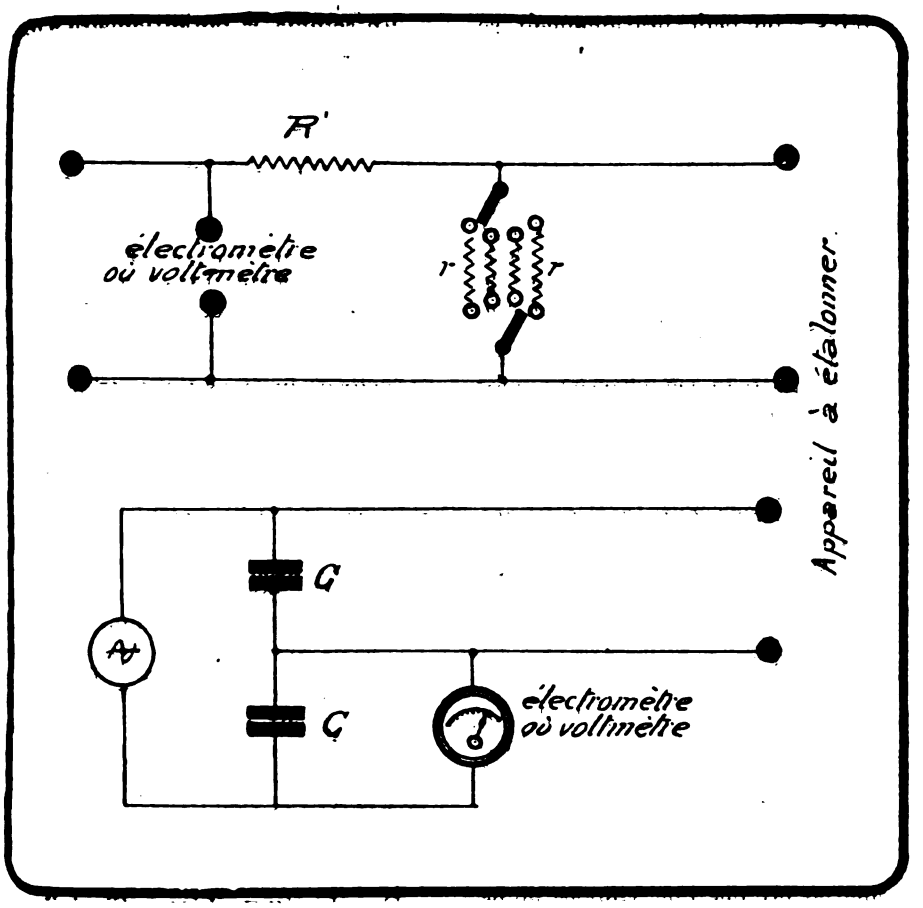


Fig. 69.

peut donc amplifier cette tension avec une lampe à très forte pente en disposant une contre-batterie sur la grille. Il faudra donc choisir une lampe à grand coefficient d'amplification et à pente assez forte : la résistance interne sera de ce fait assez faible. Le schéma général de la figure 68 montre les détails de l'installation : la première lampe est montée avec attaque de la grille par l'intermédiaire d'un condensateur, ceci afin de pouvoir séparer commodément une composante continue qui pourrait être superposée à la différence de potentiel alternative que l'on doit mesurer ; le potentiel de la grille est réglé par une résistance de fuite et une batterie de polarisation, avec réglage exact par le jeu d'un potentiomètre branché aux bornes de la tension de chauffage. Dans le circuit anodique se trouvent la capacité C_f et la résistance R à prises ; on réalise ainsi de façon élégante le problème du changement de sensibilité par réglage de la tension appliquée à la grille de la lampe amplificatrice dans le circuit plaque de laquelle se trouve le galvanomètre de mesure. Un voltmètre *v* permet de mesurer les tensions de chauffage et de batterie anodique, et de régler leurs valeurs aux chiffres qui ont été utilisés pour l'étalonnage de l'appareil.

On remarquera que le domaine d'utilisation de l'appareil tel qu'il est monté se trouve limité d'une part par

et $\frac{\Delta s}{\Delta u}$ la courbure de la caractéristique statique. Afin d'avoir une grande sensibilité il faut tâcher de donner les valeurs maxima au coefficient de détection $\frac{\Delta s}{\Delta u}$ et au coefficient d'amplification en tension $\frac{K}{R+\rho}$: ces deux quantités sont les plus grandes dans le cas de lampes à grand coefficient d'amplification et à résistance interne : il s'en suit que des lampes à pente assez forte sont préférables.

Il nous faut, avant de terminer ce paragraphe, citer le montage très intéressant mis au point par *M. von Ardenne* : on reproche aux voltmètres thermoioniques à 1 lampe leur manque de sensibilité, et on ne peut trouver de voltmètres amplificateurs dont l'étalonnage soit indépendant de la fréquence : cela tient à ce que l'on amplifie en haute fréquence avant détection. Or, ce défaut disparaîtra si l'on amplifie après détection et si on utilise le schéma d'amplificateur à courant continu. Le voltmètre à rectification par résistance-capacité dans le circuit plaque se prête très bien à ce mode d'utilisation : en effet, on dispose, aux bornes de la résistance R du circuit anodique, d'une tension fonction de la différence de potentiel *u* alternative appliquée à la grille : on

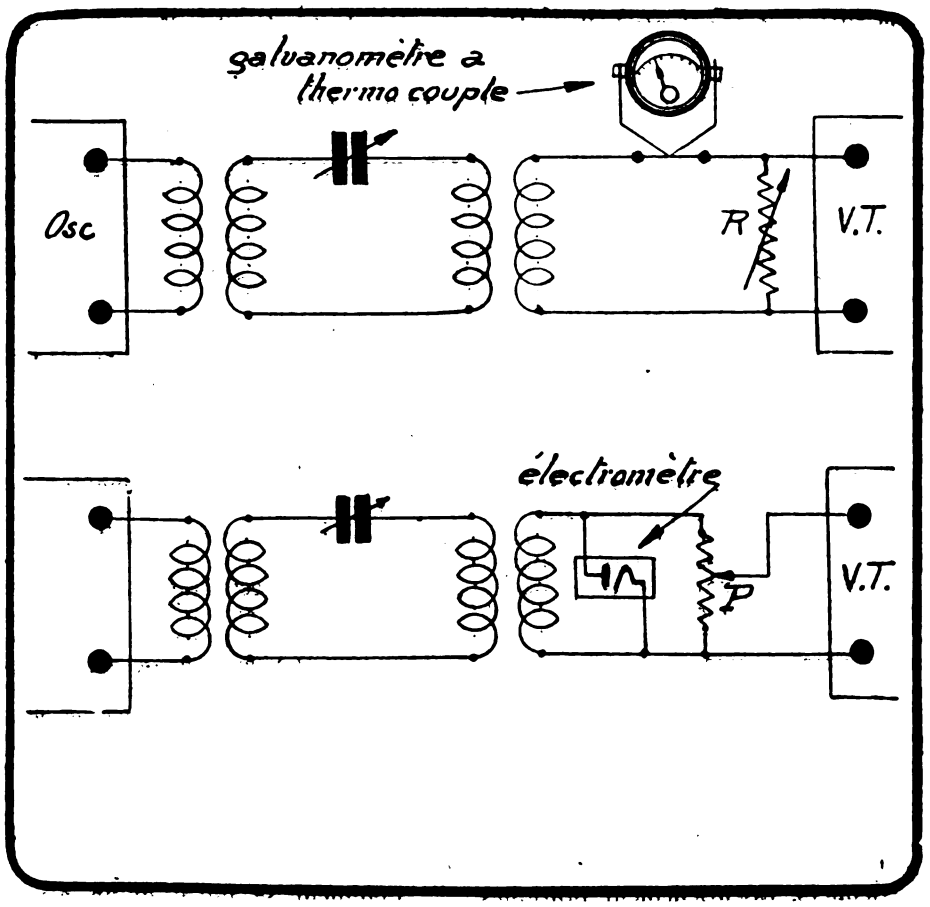


Fig. 70.

Digitized by Google

la nécessité de ne pas avoir de courant grille à la première lampe, d'autre part par l'obligation qu'il y a à se placer sur la partie droite des caractéristiques de la deuxième lampe si l'on veut avoir une sensibilité constante.

Le voltmètre thermoïonique ainsi monté possède une résistance de 10^8 ohms et une capacité de 8 cm. : la valeur totale de la résistance R est de 3 mégohms et la capacité shunt C_f est de 20.000 cm. A l'étalonnage on règle le débit plaque dans le galvanomètre MA à 10 ma : lorsqu'une tension alternative est appliquée à la grille, le courant anodique dans la première lampe augmente, et par suite celui de la deuxième lampe diminue : on note la correspondance entre les déviations du milliampèremètre et les tensions alternatives appliquées.

Il est possible d'augmenter la sensibilité en plaçant aux bornes de l'appareil de mesure un dispositif de compensation... Mais, ce faisant, on annule un des avantages du schéma, qui est son insensibilité aux faibles variations de tension de chauffage et de batterie plaque.

ÉTALONNAGE DES VOLTMÈTRES THERMOIONIQUES

Ainsi que nous l'avons vu, les meilleurs modèles de voltmètres thermoioniques possèdent un étalonnage constant, quelle que soit la fréquence de la différence de potentiel alternative mesurée : il suffit donc de les étalonner avec une source à fréquence quelconque, de préférence aux environs de 100 p.p.s. ; on peut pratiquement se contenter d'un étalonnage sur courant à fréquence industrielle de 50 p.p.s.

L'étalonnage nécessite un appareil de mesure de différence de potentiel, voltmètre ou électromètre : or, ces appareils ne peuvent mesurer exactement que des différences de potentiel assez grandes, de l'ordre de plusieurs volts. Il faut donc disposer d'un *diviseur de tension* : le plus simple est le vulgaire *potentiomètre*, mais étant donné qu'il s'agit de mesures précises, il convient de lui donner une forme de réalisation autre que la forme circulaire courante.

En effet, un diviseur de tension ne doit pas être inductif, et sa capacité devra être aussi réduite que possible : toutes conditions qui sont d'autant plus importantes que la fréquence utilisée pour l'étalonnage est plus élevée.

On peut tout d'abord utiliser une boîte de résistances où chaque résistance est bobinée avec fil double en boucle : il est facile de constituer ainsi des potentiomètres à prise en s'inspirant du schéma de la figure 69 où l'on utilise une résistance fixe et une résistance pouvant être choisie à volonté parmi un groupe de résistances fixes entièrement isolées les unes des autres.

On construit également des diviseurs de tension par capacités : le schéma en est des plus simples et ils ont évidemment le gros avantage de donner un rapport nettement défini et constant, quelle que soit la fréquence.

Enfin, on peut construire des diviseurs de tension à selfs par couplage inductif variable, mais ces appareils sont délicats à mettre au point... et exigent eux-mêmes un étalonnage !

En somme, le potentiomètre à résistance est encore l'appareil le plus simple et le plus précis, lorsqu'il est bien réalisé ; une précaution est seulement à prendre : la résistance totale doit au plus être égale au 1/20 de la résistance H. F. offerte par la capacité de l'appareil branché aux bornes, résistance H. F. calculée pour la fréquence du courant H. F. utilisé (cas d'étalonnage avec courant H. F. de fréquence à peu près égale à celle des différences de potentiel mesurées). Sinon, la répartition du courant dans les deux dérivations d'une part du potentiomètre, d'autre part de l'appareil, fausserait les mesures.

La figure 70 montre deux exemples d'installations pour étalonnage en courant H. F. : l'une d'elles est équipée avec potentiomètre et la tension aux bornes est mesurée par un électromètre ; on connaît donc la tension appliquée au voltmètre thermoïonique en multipliant cette tension par le coefficient de réduction du potentiomètre. La deuxième installation utilise un principe différent : on définit la tension appliquée comme étant la différence de potentiel produite aux bornes d'une résistance réglable par le passage d'un courant H. F. dont on mesure l'intensité au moyen d'un système thermocouple galvanomètre.

Dans les deux schémas d'installation on a prévu un circuit accordé intermédiaire, permettant de doser le courant H. F. employé, et de l'obtenir avec aussi peu d'harmoniques que possible.

(*A suivre.*) Jean VIVIÉ,

Ingénieur Civil des Mines

Note sur l'action d'un courant quelconque sur un circuit oscillant

GÉNÉRALITÉS

J'AI montré, au cours de plusieurs articles, que le maximum de rendement et celui de puissance ne sont pas toujours obtenus quand la composante alternative du courant de plaque est sinusoïdale. Je ne reviendrai donc pas sur ce point de vue.

Seulement, il me paraît important d'étudier l'action d'une force électromotrice quelconque (ou d'un courant) sur un circuit comportant une self-inductance, une capacité et une résistance.

Ceci n'est pas fait dans un but purement spéculatif, mais vise trois cas particuliers, essentiellement pratiques et qui sont les suivants :

1° Circuit rayonnant devant agir sur l'éther environnant sur une seule longueur d'onde, fondamentale ou harmonique de l'oscillation transmise ; c'est le problème de l'excitation des antennes ;

2° Circuit oscillant antirésonnant placé dans le circuit de plaque d'un changeur de fréquence par modulation, changeur bigrille, pour mettre en relief l'oscillation de moyenne fréquence ;

3° Enfin, le circuit sur lequel débite un redresseur de courant, c'est-à-dire comprenant self, capacité et résistance.

Il semble, en effet, que c'est là une question intéressante à poser ; elle se libelle exactement de la manière suivante :

Comment se fait-il qu'un courant pulsé peut donner naissance à une composante continue, ou de fréquence harmonique ?

On a coutume, dans ce cas particulier du redresseur, d'admettre que le condensateur se charge pendant une demi-période et se décharge ensuite ; c'est ce point de vue que j'ai adopté dans un exposé sur le problème du redressement. Il ne me paraît pas inutile de traiter le même problème d'un point de vue plus général de manière à essayer de le rattacher à une série de phénomènes déjà connus.

POSITION GÉNÉRALE DU PROBLÈME

La figure 1 représente sans aucune supposition,

ni sur la forme de *j*,

Digitized by Google

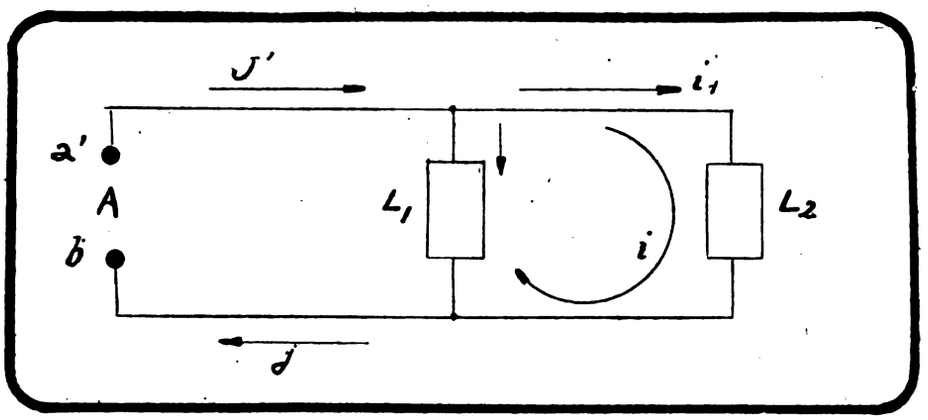


Fig. 1.

ni sur la nature de Z_1 et Z_2, le schéma sur lequel nous allons commencer par essayer de dégager une loi générale. Les courants ont le sens indiqué sur la figure comme positif.

On a donc facilement

$$j = i_1 + i_2 \qquad i = i_1 - i_2 \qquad (1)$$

en appelant

j le courant débité par la source ;

i le courant circulant dans le circuit Z_1 Z_2 ;

i_1 celui passant par Z_1 ;

i_2 celui traversant Z_2.

D'autre part, en écrivant, selon la loi de Kirchhoff, la répartition des courants i_1 et i_2 en fonction des impédances *imaginaires*, il vient

$$Z_1 i_1 = Z_2 i_2 \qquad (2)$$

On tire de (2)

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

ou

$$\frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} = \frac{i_2 + i_1}{i_1}$$

et enfin

$$i_2 + i_1 = j = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} i_1 \qquad (3)$$

L'expression de i, d'autre part, vient

$$\frac{i_1 - i_2}{i_1} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_2}$$

et elle ressort comme égale à

$$i = i_1 \frac{Z_1 - Z_2}{Z_2} \qquad (4)$$

Mais ce qui nous intéresse est la valeur du courant circulatoire i (plus que son sens) ; de (3) et (4), je tirerai donc

$$i_1 = \frac{Z_2 j}{Z_1 + Z_2}$$

d'où

$$i = j \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{Z/_2}{Z/_2} \qquad (5)$$

ou encore sous une autre forme

$$\frac{i}{j} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \qquad (6)$$

Connaissant donc j, donnée du problème, son amplitude et sa forme, je pourrai donc en utilisant (6) trouver les caractéristiques de i.

C'est ce que nous allons appliquer aux cas exposés précédemment.

Je supposerai que j est développable en série de Fourier, comme je l'ai montré dans un autre article. i sera donc lui-même une sommation de forme analogue en faisant entrer dans cette expression les valeurs de Z_1 et Z_2

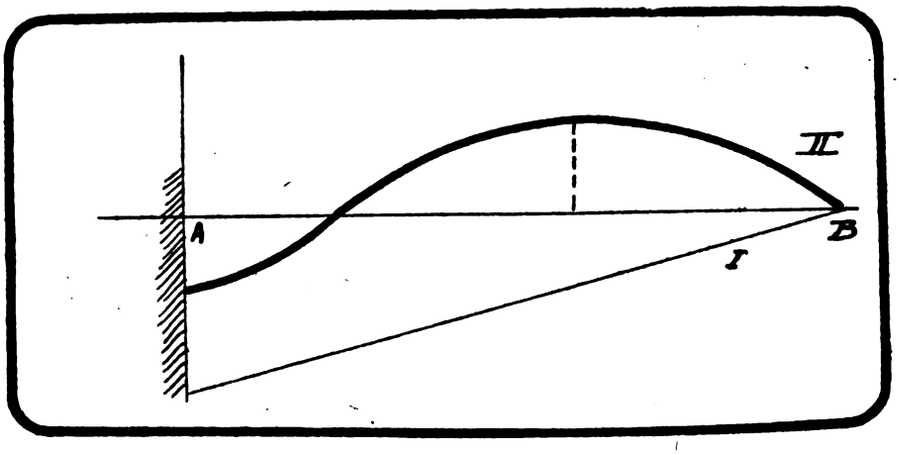


Fig. 3.

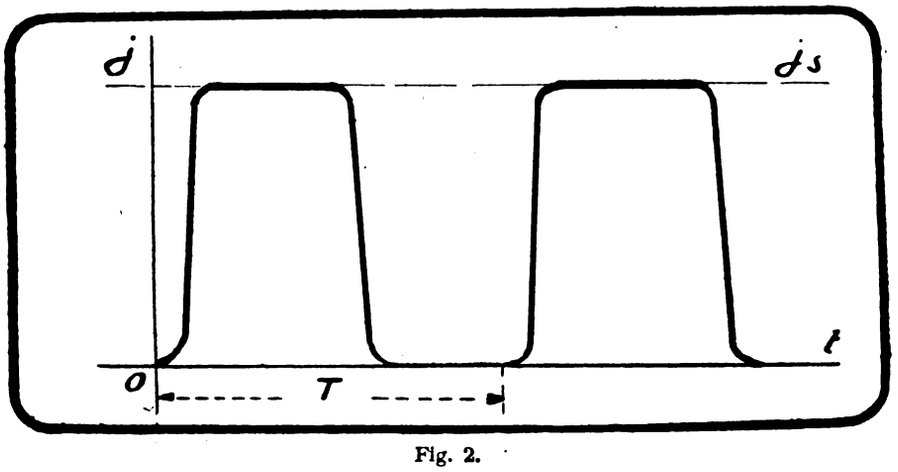


Fig. 2.

qui sont relatives aux divers *harmoniques* de j.

De suite, cette très simple remarque montre que, dans le cas le plus général, le problème ne saurait être traité, car la décomposition se prolonge indéfiniment et la solution n'est elle-même mise que sous cette forme. On peut donc écrire, en employant les notations suivantes

$\Sigma_1^n j$ représentant, comme pour $\Sigma_1^n i$, la sommation ci-dessus,

$\Sigma_1^n Z_1$ ou Z_2 étant la représentation de la sommation de la forme suivante :

$$\Sigma_1^n Z_1 = Z_1^1 j_1 + Z_1 j_2 + \ldots\ldots + Z_1^n i_n$$

où

Z_1^n est l'impédance de Z_1 pour l'harmonique de rang n

et j_n l'amplitude de celui-ci, résultant, comme je l'ai déjà dit, de la combinaison

$$A_n \cos n\omega t + B_n \sin n\omega t$$

$$\sqrt{A_n^2 + B_n^2} \cos (n\omega t - \varphi_n)$$

Digitized by Google

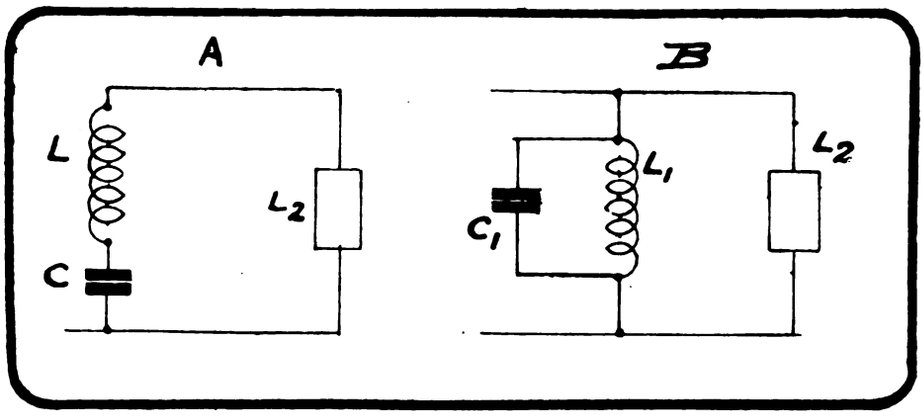


Fig. 4.

avec

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{B_n}{A_n}$$

et avec aussi

$$\sqrt{A_n^2 + B_n^2} = j_n$$

on a donc pour valeur de l'expression (6) l'équation suivante :

$$i = \Sigma_1^n j \frac{\Sigma_1^n Z_1 - \Sigma_1^n Z_2}{\Sigma_1^n Z_1 + \Sigma_1^n Z_2} \qquad (7)$$

Cette expression extrêmement générale n'est susceptible d'aucune application directe si on ne limite pas *a priori* le nombre des termes du développement de *j*. Je sais bien qu'on me répondra qu'ainsi abordé le problème perd de sa généralité ; je ne songerai pas à en disconvenir, mais c'est ainsi, et très souvent, dans les sciences physiques : on ne peut faire autrement que d'accepter à la base un certain nombre d'hypothèses, quitte à vérifier ensuite que les résultats expérimentaux sont concordants avec le calcul.

C'est même là une des méthodes de travail les plus fécondes ; c'est grâce à elle qu'on peut orienter méthodiquement les recherches et les pousser de plus en plus profondément. D'ailleurs, au risque de bouleverser quelques opinions, on me permettra d'affirmer que la physique n'a pas la prétention à l'exactitude de la mathématique. Il y a toujours une marge d'imprécision. On atteint à une certaine approximation, mais la concordance exacte du calcul et de l'expérience n'est pas générale et c'est justement là que réside le mérite de l'expérimentateur ; il faut connaître le degré de précision auquel les calculs préliminaires peuvent conduire.

Cette trop longue parenthèse justificatrice terminée, je veux entrer dans le vif du sujet.

EXCITATION DES SYSTÈMES RAYONNANTS

Deux cas peuvent se présenter :

a) Le système rayonnant est une antenne, c'est-à-dire qu'elle peut radier de l'énergie soit sur la fondamentale sur laquelle elle est accordée, soit sur un harmonique. Je remarquerai que la fondamentale étant, par définition, la plus basse longueur d'onde compatible avec l'établissement d'un système d'ondes stationnaires, il ne saurait être question d'harmoniques de plus basse fréquence.

b) Ou bien c'est un cadre et c'est seulement sur la longueur d'onde d'accord que la résonance a lieu.

Nous allons donc étudier, en partant de l'équation (6), ces deux aspects d'un problème qui a déjà été esquissé précédemment.

On peut se demander s'il y aurait la possibilité de ramener l'un des cas à l'autre. Ceci est impossible comme cet exposé le montrera sans peine, mais, par contre, le deuxième cas présente une certaine analogie avec le fonctionnement du changeur de fréquence bigrille.

Considérons donc un courant ayant la forme de celui de la figure 2 que nous connaissons bien pour l'avoir étudié d'autre part au sujet du rendement. Un tel courant, pour des raisons que j'ai déjà indiquées et parce qu'il me faut bien faire un choix quant à la forme, peut se mettre sous la forme

$$J = J_0 + J_1 \sin \omega t + \ldots + J_n \sin n\omega t$$

n étant toujours et seulement impair.

A) *Antenne*

Toute antenne, quel que soit son système d'accord ou de couplage, peut (fig. 3) être représentée par une certaine longueur de fil AB, longueur virtuelle telle qu'elle soit égale (au prix d'approximations que nous étudierons une autre fois) au quart de la plus grande longueur d'onde à rayonner.

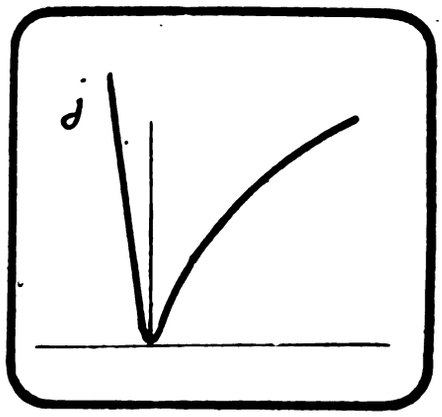


Fig. 6 *a*.

La répartition du courant, pour l'obtention d'ondes stationnaires, doit toujours être telle du point de vue de l'intensité du courant qu'on ait :

un ventre ou maximum en A, à la prise de terre ;

un nœud ou zéro en B, à l'extrémité isolée.

La seule production d'harmoniques de rang impair est donc possible et ceci quelle que soit la combinaison $Z_1 Z_2$ Si Z_1 ne comporte qu'un enroulement et une capacité (le premier pouvant être nul : alimentation en parallèle et le second très grand) mais aucun organe en parallèle. Z_2, représentant seulement l'antenne, n'intervient pas.

Donc, pour ne pas allonger par des calculs inutiles et complexes cette

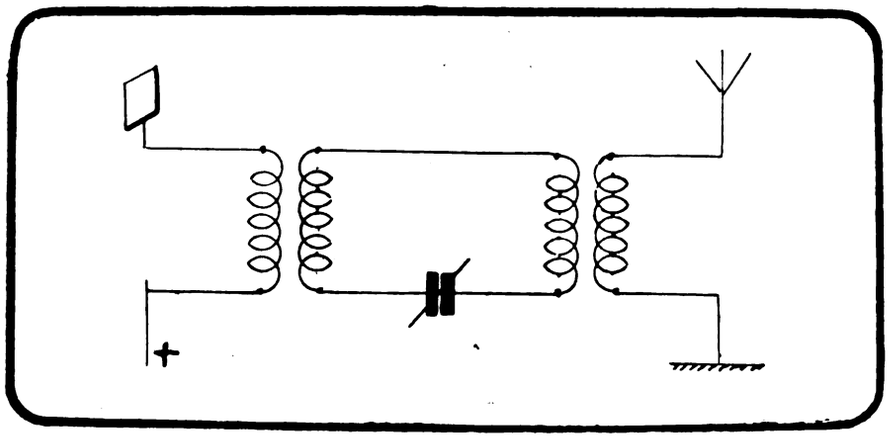


Fig. 5.

Digitized by Google

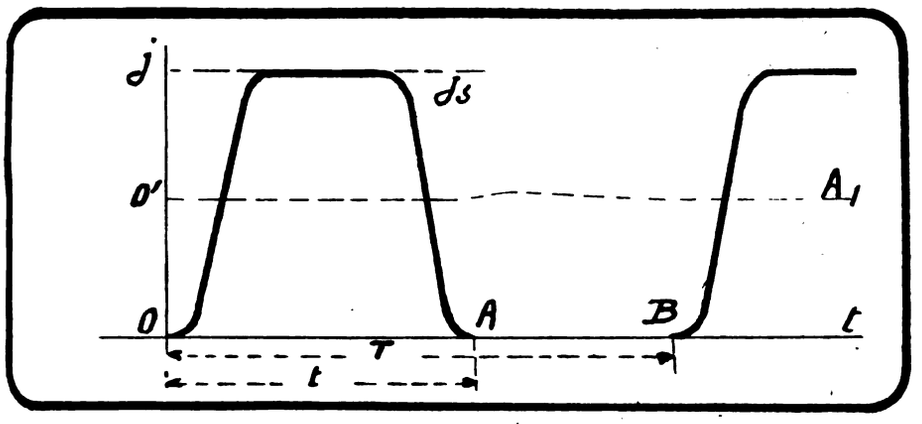


Fig. 6 *b*.

première partie pour laquelle les conclusions sont immédiates :

A) Dans le cas (fig. 4 *a*) où l'accord d'antenne sur la fondamentale, telle que $\omega = 2\pi f$ est réalisé par un enroulement L et une capacité C placés en série, il y a résonance sur tous les harmoniques en même temps que sur la fondamentale. On en conclut que le courant d'antenne a une forme identique à celle de j ; l'émission n'est pas pure du tout ; elle est accompagnée de tout un cortège d'harmoniques ayant une amplitude (ce qui n'implique rien au sujet de leur portée) identique à celle du courant de plaque j. Cette conclusion dégagée immédiatement de la théorie de la radiation des antennes n'est forcément qu'approchée, mais elle conserve aux phénomènes leur allure fondamentale.

Pourtant, il est utile de préciser un ou deux points. L'excitation de l'antenne est le fruit d'une force électromotrice E telle que

$$E = Z_1 I_1 = Z_2 I_2$$

En admettant que la résistance de la lampe est indépendante de la fréquence des oscillations — entre filament et plaque, s'entend, — on a, d'autre part :

$$E = \rho j$$

en appelant ρ la résistance filament-plaque.

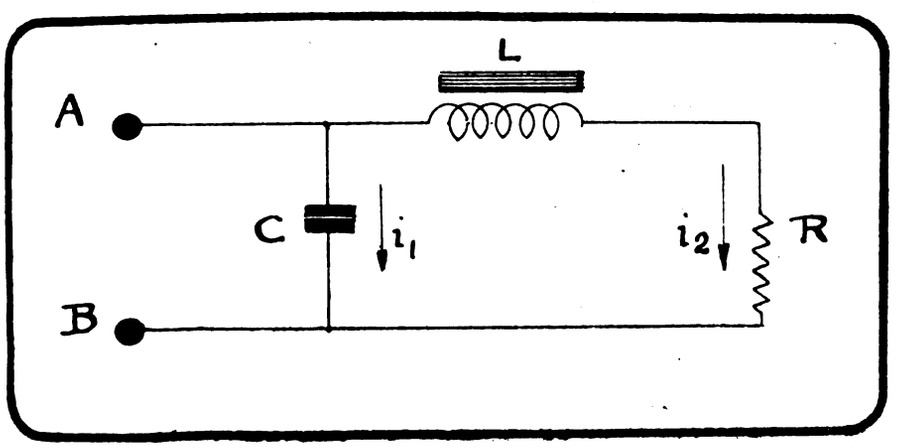
Ceci montre bien que les amplitudes constitutives sont respectées. Z_2 étant fixe, i_2 augmente quand i_1 diminue ; si i_1 est un enroulement, I_2 augmente pour les harmoniques ; si c'est une capacité, on a un amortissement de ceux-ci ; si c'est une combinaison, il y a un cas moyen. Nous avons vu que, à partir de l'harmonique cinq, l'amplitude est assez petite pour être négligée. Mais, en sera-t-il de même pour le rayonnement ? On ne saurait l'affirmer quand on connaît la propagation des ondes très courtes.

B) Dans le cas (fig. 4 *b*) où l'accord d'antenne est réalisé par un condensateur C_1 en parallèle sur un enroulement L_1, il semble qu'il doit en être tout autrement. Dans ce cas, en effet, la tension d'excitation est bien toujours

$$E = \rho j$$

mais contrairement à ce qui a lieu dans le cas A, le condensateur C_1 se conduit bientôt comme un court-circuit, et c'est par lui que passe la majorité du courant qui ne traverse plus Z_2.

L'accord d'antenne par un circuit oscillant a donc pour résultat de diminuer l'amplitude des harmoniques rayonnés. Le cas est, par suite, beaucoup plus simple que le précédent.



Ffg. 7.

En tout cas, quel que soit le système employé, il y a donc toujours rayonnement, sans que l'on puisse préjuger de l'action à distance.

Pour se prémunir contre un tel ennui et conserver pourtant un rendement acceptable de la lampe, on peut, figure 5, employer un circuit intermédiaire ; ceci sera la conclusion logique de l'étude du cas suivant.

B) *Cadre*

Dans ce cas, le plus simple — et la solution la plus normalement employée — consiste à placer en Z_1 un condensateur d'accord et en Z_2 l'enroulement même du cadre. Soient C et L les valeurs de ces deux composants, on a :

$$\begin{cases} Z_1 = -\dfrac{j'}{C\omega} \\ Z_2 = j'L\omega \quad \text{avec } j' = \sqrt{-1} \end{cases}$$

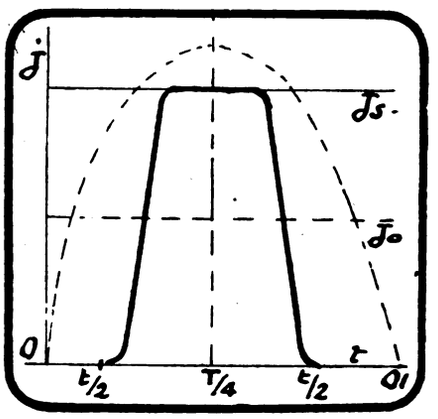


Fig. 8.

En portant ces valeurs dans (6), il vient :

$$i = j \times \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$= j \frac{-\left(\frac{j'}{C\omega} + j'L\omega\right)}{-\frac{j'}{C\omega} + j'L\omega} = -j \frac{L\omega + \frac{1}{C\omega}}{L\omega - \frac{1}{C\omega}}$$

On en conclut que i est donc maximum — et ici même infini pour que j'aie négligé les résistances — quand

$$LC\omega^2 = 1$$

C'est-à-dire pour la fréquence sur laquelle est accordé le système LC et seulement pour celle-ci, à l'exclusion de tous les harmoniques.

Ceux-ci sont d'ailleurs drainés par la condensateur C, comme on s'en aperçoit facilement par un calcul simple qui corrobore complètement les conclusions du paragraphe précédent. Si ω est très grand (harmonique de rang élevé) on a

$$L\omega >> \frac{1}{C\omega}$$

Digitized by Google

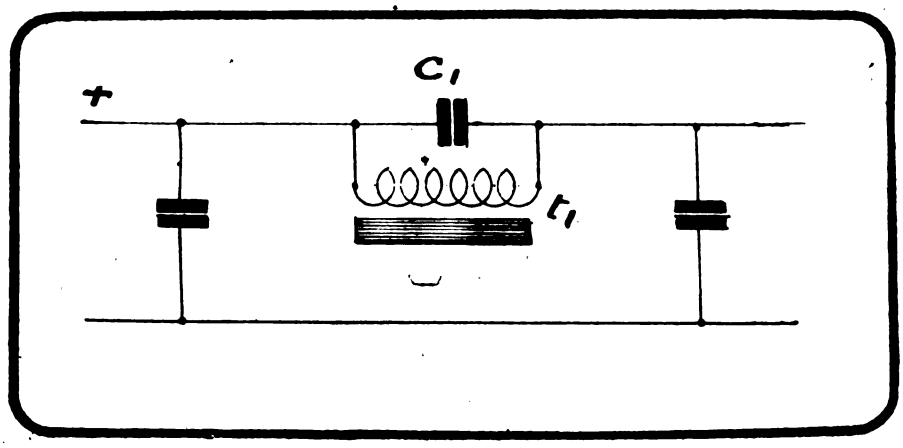


Fig. 9.

d'où

$$\frac{i_1}{i_2} - \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{L\omega}{\frac{1}{C\omega}} \quad i_1 >> i_2$$

On arrive à cette conclusion particulièrement importante : quand un courant périodique quelconque agit sur un circuit oscillant, seule la fréquence sur laquelle celui-ci est accordé, à condition évidemment qu'elle fasse partie du courant incident, donne naissance à un courant circulatoire. Les harmoniques sont inefficaces, On a là un exemple de filtrage passe-bas bien connu des lecteurs.

Comme je l'ai dit plus haut, si on trouve dans l'emploi d'une antenne comme système rayonnant des harmoniques — que, suivant le même principe, un accord en parallèle diminue déjà — on peut donc les éliminer en employant, entre la lampe et l'antenne, un circuit intermédiaire fermé, peu amorti, qui ne transmettra qu'une fréquence (filtre de bande).

Ces réflexions doivent plutôt être considérées comme une gymnastique pour mieux saisir la suite, puisque je les ai déjà maintes fois énoncées.

LE CAS DU REDRESSEUR DE COURANT

Avant d'étudier le cas du changeur de fréquence bigrille qui est aussi examiné, mais d'un point de vue différent, dans un autre article, je voudrais que nous passions en revue celui du redresseur de courant.

Comme je le disais en commençant cet article, personne n'a-t-il été frappé de l'obtention du courant continu à partir d'un courant intermittent ? Cette question, ai-je dit, a bien fait l'objet d'une analyse, mais celle-ci ne détermine pas les amplitudes des harmoniques successifs. Il y a donc intérêt à pousser la question un peu plus à fond.

La caractéristique d'un diode — car ce qui suit a essentiellement ce type de redresseurs en vue car ce sont ceux dont on connaît le mieux les caractéristiques — est représentée sur la figure 6 *a* ; la tension appliquée donne donc naissance dans le circuit extérieur à un courant de la forme décrite fig. 6 *b*, à condition que le débit de saturation soit atteint.

J'ai plusieurs fois montré qu'il y avait intérêt, au point de vue du rendement, à ce que le redresseur — agissant sur une seule alternance de la tension d'alimentation — travaille pendant un temps court et avec un débit égal au courant de saturation. On a donc un courant de la forme ci-dessus dans lequel :

OB est égal à la période du secteur d'alimentation.

Et OA — quelconque par rapport à OB — est l'angle de débit du diode.

Pour ces définitions, revoir l'article sur le redressement dont j'ai déjà parlé plus haut. Ce cas est absolument analogue à celui que j'ai étudié pour le rendement des lampes dans le cas où la tension d'anode étant sinusoïdale, le courant a cette forme.

Mais tandis qu'alors il me suffisait de déterminer un rapport $\frac{t}{T}$, il me faut absolument maintenant faire une hypothèse sur la valeur de $\frac{t}{T}$, sans quoi, aucune conclusion n'est possible au moins de nature quantitative. Quand on voudra donc traiter un cas concret de cette espèce — nous verrons ceci une autre fois — il faudra tracer la courbe ci-dessus en tenant compte de la caractéristique du diode et des conditions de fonctionnement déterminées comme je l'ai déjà dit.

Généralement, on aura :

$$J = J_0 + J_1 \sin(\omega t - \varphi_1) + J_2 \sin(2\omega t - \varphi_3) + \ldots + J_n \sin(n\omega t - \varphi_n)$$

n étant essentiellement quelconque par suite du manque de symétrie de la courbe par rapport à l'axe $O_1 A_1$ et aux axes $\frac{\pi}{2}$ π $\frac{3\pi}{2}$ etc. On conçoit donc immédiatement la complexité de cette question.

Nous examinerons le schéma de la figure 7. Un redresseur débite aux bornes AB un courant *j* de la forme indiquée ci-dessus ; il agit sur un circuit comprenant, en série, une inductance dont le coefficient de self-induction est L et une résistance R, le tout shunté, conformément à la figure, par une capacité C.

Ce qui nous intéresse, c'est la forme du courant i_2 qui traverse R. En supposant donc une excitation à toutes les fréquences, on peut traiter le problème qualitativement. On a, en suivant les notations précédentes :

$$Z_1 = -\frac{j'}{C\omega}$$

$$Z_2 = R + j'L\omega$$

d'où

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{-\frac{j}{C\omega}}{R + j'L\omega}$$

Du fait que le courant obtenu périodiquement a une valeur moyenne non nulle, puisqu'il n'y a jamais de termes négatifs dans la résultante obtenue, le terme constant, comme nous l'avons déjà vu, existe toujours et on a donc toujours une certaine amplitude courant continu.

Dans ce cas où

$$\omega = 0$$

on a

$$\begin{cases} i_1 = 0 \\ i_2 = J_0 ; \end{cases}$$

Il serait intéressant de connaître le rapport, s'il existe, entre J_0 et la valeur du condensateur C mis à la sortie ou, plus exactement, la relation entre la valeur de J_0 et C. Ceci reste assez délicat ; en effet, l'action de C peut être synthétisée de la manière suivante : la forme du courant *j* n'est pas quelconque, comme je l'ai dit en première approximation, plus haut ; elle dépend de la matière du circuit intercalé dans la plaque.

En appelant ρi la valeur de la résistance instantanée du circuit interne du diode, V la force électromotrice agissant, on a toujours :

$$V = j\left(\sqrt{\rho i^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}\right)$$

plus la valeur de C augmente, pour une pulsation d'alimentation donnée ω, plus l'intensité maxima de *j* s'accroît pour une tension donnée aux bornes du secondaire du transformateur. Ceci me paraît demander des explications supplémentaires et en

Digitized by Google

valoir la peine. Nous allons ainsi retrouver les conclusions auxquelles une tout autre étude m'aura déjà conduit. On peut raisonner comme suit: le diode ne saurait débiter quand la tension instantanée entre les électrodes est négative ; la condition de cette réalisation sera définie plus loin.

La valeur moyenne du courant en remarquant que le débit a lieu de $\frac{T}{4} - \frac{t}{2}$ à $\frac{T}{4} + \frac{t}{2}$ de part et d'autre de de la tension maxima d'alimentation (bien entendu, il y a une opposition de phase qui n'est pas représentée sur la figure, mais sur laquelle je reviendrai) ; on a :

$$j_0 = j_m = \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{4}-\frac{t}{2}}^{\frac{T}{4}+\frac{t}{2}} i\,dt$$

mais évidemment

$$i = j_s$$

le calcul donne

$$j_0 = \frac{t}{T} j_s$$

le maximum de t étant $\frac{T}{2}$ on a bien

$$j_0 = \frac{j_s}{2}$$

ce qui est très connu comme résultat.

Il faut donc déterminer comment varie t en fonction du circuit extérieur ; pour ceci, nous étudierons les variations de la tension instantanée entre les électrodes du diode. Celle-ci est égale à la valeur de la tension d'alimentation diminuée de la chute de tension dans le circuit d'utilisation.

En appelant: u la tension instantanée entre électrodes; V la tension maxima d'alimentation, et en supposant la variation sinusoïdale, Z étant l'impédance du circuit d'utilisation, j l'intensité du courant
il vient comme je l'ai déjà montré

$$u = V \sin \omega t - Zj$$

En prenant les valeurs moyennes pendant une période, il vient :

$$u_0 = -Zj_0$$

mais, en valeur réelle, on a

$$Z = \sqrt{\frac{R^2 + L^2\omega^2}{(1 - LC\omega^2)^2 + R^2C^2\omega^2}}$$

si C est petit on aura

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$$

D'autre part on sait que l'on a

$$V \sin \omega t = (\rho + Z) j$$

on en conclut que

$$u = V \sin \omega t \left(1 - \frac{Z}{\rho + Z}\right)$$

$$= V \sin \omega t \times \left(\frac{\rho}{\rho + Z}\right)$$

Or u représente l'action réelle de la tension sur les électrodes ; plus u est grand, plus le temps t que durera l'action sera important ; or il est évident que u augmente quand Z diminue; le maximum correspond donc pour t et j_0 au cas où Z est minimum.

On se rend compte aisément que Z diminue au fur et à mesure que C augmente. Plus C est grand plus, par suite, toutes choses égales par ailleurs, le temps de débit t augmente, donc aussi la valeur de j_0.

Il y a intérêt à se demander maintenant comment se séparent les différentes composantes du courant entre les deux branches. L'impédance Z_1 diminuant avec la fréquence tandis que Z_2 augmente, le rapport des intensités

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

augmente par suite.

Plus Z_2 est grand (plus donc le coefficient de self-induction L est élevé), plus, pour une amplitude initiale donnée, l'affaiblissement atteindra une valeur u pour une valeur plus faible de la fréquence. C'est ce qu'indiquent et l'expérience et la théorie des filtres, mais les résultats sont obtenus sous une forme plus facile.

Physiquement, il y a peut-être un certain écart entre la théorie ci-dessus et la manière dont se passent les phénomènes. En effet, le courant atteignant brusquement une valeur j_s qu'il conserve pendant le temps t puis retombant à zéro, le condensateur C se charge à une tension égale à Rj_s (en négligeant la résistance de l'enroulement L ou en faisant entrer cette valeur dans R) à laquelle s'ajoute la force électromotrice de self-induction due à L quand le courant revient à zéro, sens dans lequel cette f. é. m. est de même sens que Rj_s; il faut remarquer que celle-ci compense seulement celle développée à l'établissement du courant. Ceci est, par ailleurs, compliqué de phénomènes d'établissement plus ou moins complexes que nous étudierons un autre jour.

Pendant le reste de la période, le courant a une intensité nulle ; la résistance interne du redresseur est infinie et le condensateur se décharge à travers le circuit L R. La constante de temps de ce circuit est

$$\alpha = \frac{RC}{L}$$

il faut que le temps mis pour arriver à une tension voisine de Rj_s soit de l'ordre de grandeur de $(T - t)$ pour qu'il y ait production d'une tension relativement continue et ne présentant pas un « ripple » trop prononcé. Ceci conduit à avoir de grandes valeurs de α. On notera qu'on ne peut pas, en général, agir sur la résistance R d'utilisation. Il faut donc augmenter $\frac{C}{L}$. La théorie du filtrage conduit aux mêmes conclusions : grosses capacités et faible coefficient de self induction.

Incidemment, j'en profite pour rappeler que dans le cas où on veut éliminer une fréquence particulière à l'aide d'un circuit bouchon (figure 9), il faut, au contraire, que L_1 soit grand et C_1 petit. J'ai trop insisté précédemment sur des questions de cet ordre pour m'y attarder actuellement.

CHANGEUR DE FRÉQUENCE BIGRILLE

Il nous resterait à examiner un tel cas, mais on trouvera dans un autre article tout ce qui a trait au changement de fréquence. Ce sera un tout que je m'en voudrais de dissocier.

CONCLUSION

L'analyse d'une couche périodique et sa décomposition en oscillations harmoniques nous a montré bien des points de vues intéressants. On aura toujours présent à la mémoire que ce n'est qu'une question de cas particulier comme nous aurons l'occasion d'en voir bientôt l'application à un cas simple de redresseur.

Je souhaite que ce bien court exposé ait montré au lecteur comment on peut envisager des problèmes élémentaires.

P. OLINET.

Digitized by Google

RÉFLEXIONS SUR UN REDRESSEUR pour l'alimentation des circuits de plaque

Conclusions sur le filtre à employer et la détermination des constantes du transformateur d'alimentation (côté haute tension)

Généralités.

J'AI déjà, dans divers numéros du *Q S T* publiés en 1928, attiré longuement l'attention sur le problème du redressement ; depuis lors, de nombreux progrès ont été faits dans cette voie et la généralisation de ce procédé est énorme. C'est qu'il est tellement plus facile de se servir d'une simple prise de courant que d'employer divers autres artifices, qu'on ne peut plus envisager d'autres solutions.

Ce qui caractérise ce procédé peut être résumé de la manière suivante :

a) Grande souplesse permettant d'obtenir simultanément plusieurs tensions avec des intensités notables et variables ;

b) Auditions d'une qualité absolument comparable à celles dues aux autres modes d'alimentation ;

c) Seule solution pratique pour l'obtention de hautes tensions ;

d) Possibilité d'avoir à la même source et la tension de plaque et celle servant à la polarisation des grilles ;

e) Alimentation possible, quoique plus complexe et que nous étudierons dans la suite seulement, des filaments d'une manière tout à fait comparable à celle des accumulateurs.

Les questions qui se posent à ce sujet, et que je voudrais traiter dans cet article, sont les suivantes :

A) Quelle est la tension nécessaire au secondaire du transformateur en fonction de la tension redressée ? Ceci correspond au dimensionnement de l'organe d'alimentation.

B) Comment effectuer le filtrage de manière à obtenir une tension aussi continue que possible ?

Pour répondre à cette question, il me faudra :

a) En discuter l'opportunité, d'où,

b) Analyse du courant redressé,

c) Par une méthode simple et pratique,

d) Et conclure à la constitution des cellules de filtrage.

Si le problème du redressement est déjà assez complexe en lui-même, il est hors de doute que celui du filtrage est beaucoup plus général, car il doit embrasser :

1° Les fréquences à éliminer ;

2° L'intensité du courant continu ;

3° L'amplitude des composantes alternatives ;

4° L'étude de l'affaiblissement dû à une cellule donnée.

Je me permets de faire remarquer qu'intentionnellement tout ce qui suit s'applique aussi bien à toutes les tensions utiles en radiotechnique, de manière que les conclusions de cet exposé puissent être utilisées par le lecteur dans la totalité des cas pratiques.

Je sais bien que certains auront plutôt tendance à acheter directement le matériel nécessaire, mais, dans ce cas, ces conclusions pourront encore leur rendre service en leur permettant de faire un choix entre tous les dispositifs que leur offrent les fabricants à condition que les spécifications de ceux-ci soient exactes...

Tension d'alimentation.

Une question importante, la première venant à l'esprit quand on veut construire un redresseur, est celle-ci : quelle est la tension que doit fournir le secondaire du transformateur haute tension utilisé ? L'analyse d'un tel problème est tout à fait intéressante, car elle est bourrée de renseignements pratiques.

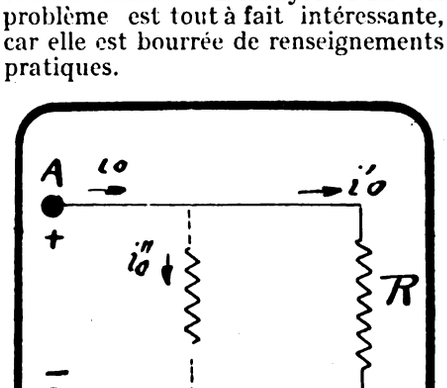


Fig. 1.

Les deux données sont les suivantes:

1° Tension continue la plus élevée dont j'aurai besoin pour l'alimentation du récepteur en question — soit u_0 ; à partir de celle-ci on pourra toujours obtenir toutes les valeurs inférieures désirables pour un meilleur fonctionnement de tel ou tel organe ;

2° Courant débité — courant continu, s'entend — dont l'intensité est i_0. Pour cette seconde donnée, il y a lieu de faire quelques remarques secondaires, mais présentant un intérêt certain.

Comment peut-on évaluer une telle grandeur ? Deux facteurs permettent de préciser ceci (fig. 1) : d'une part, le diode débite, aux bornes A B auxquelles on recueille la tension continue, sur une résistance R qui représente l'ensemble des résistances filament-plaques mises en parallèle ; pratiquement, l'intensité du courant i_0 qui circule dans cette partie est égale à la somme des intensités demandées par chaque tube dans les conditions de fonctionnement envisagées pour chacun d'eux. Dans différents tableaux, ces valeurs ont déjà été données, et je n'y reviendrai pas.

Mais ce n'est là que le cas le plus simple ; dans la généralité des récepteurs modernes, on emploie plusieurs tensions adaptées au mieux au rôle de chaque étage ; dans ce but, on se sert d'une résistance auxiliaire I le long de laquelle on recueille les tensions nécessaires. Il faut alors ajouter au débit calculé comme ci-dessus celui qui traverse *r*, soit i_0''.

Finalement, dans le cas le plus général, l'intensité i_0 est telle que

$$i_0 = i_0' + i_0''.$$

Pour i_0', on obtient cette valeur en additionnant le débit de chaque lampe donné par le constructeur et en tenant compte des conditions locales d'alimentation. A ce sujet, il serait à souhaiter que les constructeurs étudient le champ de leurs données, tant au point de vue des tensions de plaque que pour l'intensité des courants de chauffage du filament.

Digitized by Google

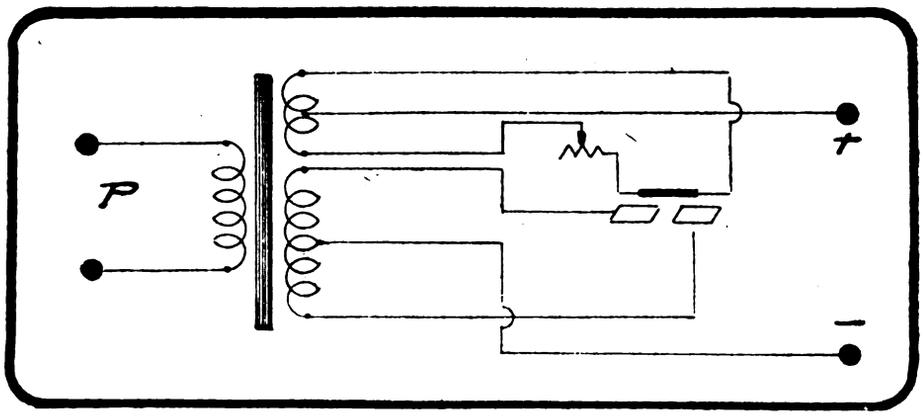


Fig. 2.

La détermination de i_0" est immédiate, puisque l'on a

$$i_0" = \frac{u}{r}$$

Nous connaissons donc u et i_0. Comment allons-nous employer ces données pour que l'on puisse en déduire l'amplitude maxima V de la tension aux bornes du secondaire du transformateur d'alimentation — côté haute tension (fig. 2) ?

Deux cas sont à étudier séparément : redressement de :

a) Une alternance — 1 diode ;

b) Deux alternances — 2 diode ou un seul biplaque.

Je ferai l'hypothèse que la tension est sinusoïdale; la valeur instantanée est donc

$$V = V \sin \omega t$$

ω étant la pulsation du secteur d'alimentation.

Ceci impose deux conditions : il est important de s'en souvenir, car l'une peut être mise en doute — et j'étudierai cela sous peu :

a) Le courant dans l'enroulement primaire est sinusoïdal ;

b) Il n'y a pas saturation directe du noyau magnétique par le courant alternatif.

Je vais commencer par étudier le cas du redressement d'une seule alternance. Le diode (fig. 3) commence à fonctionner au temps t_0 pour lequel

$$V = u.$$

Posons

$$\omega t_0 = \alpha$$

Il vient évidemment

$$V \sin \omega t_0 = \omega = V \sin \alpha$$

soit, par suite,

$$\sin \alpha = \frac{u}{V}$$

ou enfin

$$\alpha = \text{arc sin} \frac{u}{V}$$

Ceci ne me suffit pas; il me faut donner un autre raisonnement. Le diode travaille des points D à B. L'énergie continue produite pendant une période est $i_0 T$, T étant la période du courant alternatif d'alimentation. D'autre part, l'énergie alternative est égale, en supposant que l'intensité débitée est toujours égale au courant de saturation i_s du diode dans les conditions d'alimentation envisagées,

$$I_s \left[\left(\frac{T}{2} - t_0\right) - t_0\right] = I_s \left[\frac{T}{2} - 2t_0\right]$$

évidemment, la courbe n'étant pas carrée, l'intensité débitée n'est pas constamment *is* mais l'erreur, dans les conditions de fonctionnement normales qui ont été définies dans l'article ci-dessus et que je rappellerai plus loin, est très petite. On a donc

$$I_0 T = I_s \left[\frac{T}{2} - 2t_0\right]$$

d'autre part, on remarque que

$$t_0 = \frac{\alpha}{\omega} = \alpha \frac{T}{2\pi}$$

d'où

$$I_0 T = I_s \left[\frac{T}{2} - \alpha \frac{T}{\pi}\right] = T I_s \left[\frac{\pi - 2\alpha}{2\pi}\right]$$

et enfin

$$\frac{i_0}{i_s} = \frac{\pi - 2\alpha}{2\pi}$$

connaissant i_0 et *is*, il viendra :

$$\alpha = \frac{\pi}{2}\left(1 - 2\frac{i_0}{i_s}\right)$$

Je ne recommencerai pas maintes réflexions intéressantes sur la valeur de α. On déduira seulement que

$$\alpha = \frac{\pi}{2}\left(1 - 2\frac{i_0}{i_s}\right) = \text{arc sin} \frac{u}{V}$$

ou encore

$$\frac{u}{V} = \sin \frac{\pi}{2}\left(1 - 2\frac{i_0}{i_s}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \pi \frac{i_0}{i_s}\right)$$

cette dernière expression se prêtant mieux au calcul ; pour simplifier, je poserai

$$\frac{u}{V} = y$$

$$\frac{i_0}{i_s} = x$$

on aura donc à étudier

$$y = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \pi x\right) \qquad (1)$$

y devant être positif, il faudra *a priori* que

$$\frac{\pi}{2} - \pi x < \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} - \pi x > 0 \quad \text{ou que} \quad x < \frac{1}{2}$$

il en résulte immédiatement que toujours on aura

$$i_0 \leqslant \frac{i_s}{2}$$

Nous verrons que, dans le second cas, il en est tout autrement.

De manière à mieux matérialiser la question et mettre à la disposition du lecteur un moyen aisé, je réaliserai la courbe de la fonction (1) que l'on peut construire une fois pour toutes et qui servira à des déterminations pratiques faciles.

On doit donc étudier y seulement dans l'espace

$$0 < x < \frac{1}{2}$$

Le tableau de variation est le suivant:

y	x	$\frac{\pi}{2} - \pi x$
1	0	$\frac{\pi}{2}$ 90°
0,95	0,1	72°
0,81	0,2	54°
0,71	0,25	45°
0,59	0,3	36°
0,31	0,4	18°
0	0,5	0°

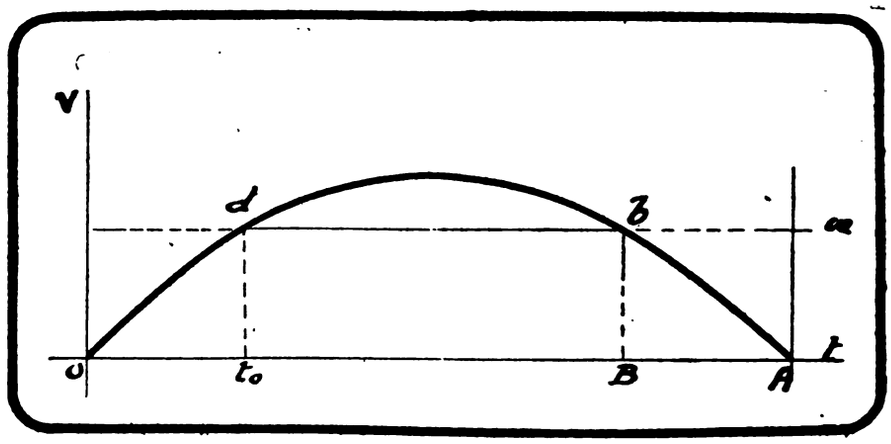


Fig. 3.

Digitized by Google

On remarque de suite que V augmente avec x, donc avec i_0.

Dans le cas où on redressera les deux alternances, on aura comme valeur de l'énergie redressée pendant une période I_0T, comme dans le premier cas ; par contre, le débit réel du courant de saturation se produisant à chaque alternance, l'énergie fournie est

$$2I_s\left[\frac{T}{2}-t_0-t_0\right]=TI_s\left[\frac{\pi-2\alpha}{\pi}\right]$$

d'où

$$\frac{i_0}{i_s}=\frac{\pi-2\alpha}{\pi}$$

On en tire

$$\alpha=\frac{\pi}{2}(1-x)$$

en posant de suite

$$\frac{i_0}{i_s}=x$$

Dans ce cas, pour que α varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$, x peut aller de 1 à 0 ; on peut donc obtenir un beaucoup plus grand débit ainsi que dans le premier cas. On aura comme tableau de variation :

y	x	$\frac{\pi}{2}(1-x)$
1	0	90°
0,988	0,1	81°
0,95	0,2	72°
0,90	0,3	63°
0,81	0,4	54°
0,71	0,5	45°
0,59	0,6	36°
0,46	0,7	27°
0,31	0,8	18°
0,16	0,9	9°
0	1	0

Même remarque au sujet de la variation de V en fonction de i_0.

La figure 4 représente ces deux courbes et permet de savoir de suite comment il faut bobiner le secondaire du transformateur, ou quelle est la tension à recueillir à ses bornes.

Ayant par exemple un diode dont le courant de saturation est

$$i_s = 80\,\text{mA}$$

biplaque, on veut redresser un courant

$$i_0 = 32\,\text{mA}$$

sous une tension

$$u = 160\ \text{volts.}$$

On a

$$\frac{i_0}{i_s}=\frac{20}{80}=0{,}4$$

d'où

$$\frac{u}{V}=0{,}81$$

et

$$V=\frac{160}{0{,}81}=200\ \text{v. environ.}$$

Ceci étant la tension maxima, la valeur efficace est

$$V_{eff}=V\sqrt{2}=140\ \text{v.}$$

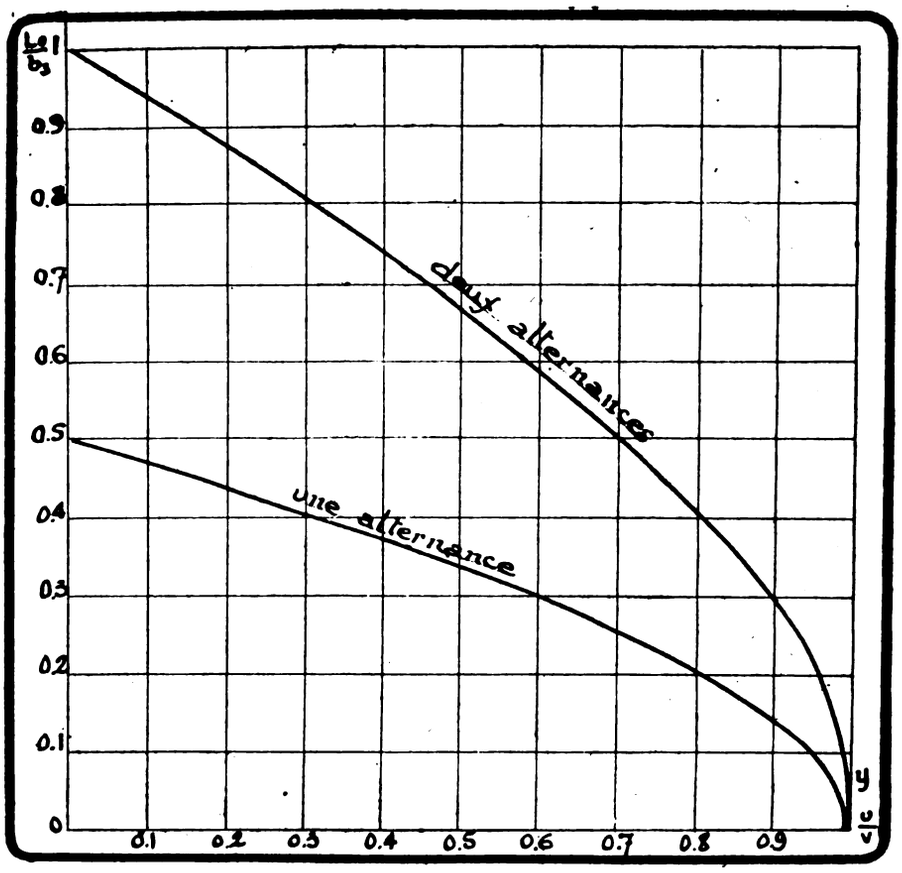


Fig. 4.

On voit que la tension continue redressée peut être sensiblement plus grande que celle efficace du secondaire du transformateur. Ceci amène une conclusion importante qui sera développée sous peu.

Si on avait

$$\frac{i_0}{i_s}=0{,}7$$

soit

$$i_0 = 56\ \text{mA}$$

il viendrait

$$V=\frac{u}{0{,}46}=\frac{160}{0{,}46}=400\ \text{volts env.}$$

On voit à quel point il faut que le diode soit proportionné à son débit et Dieu sait si, souvent, il en va tout autrement !

Il faut tenir compte de ce que, la courbe du courant redressé n'étant pas carrée, le courant de saturation n'est pas débité constamment. Dans ce but, au lieu de prendre pour i_0 la valeur que nous avons déterminée plus haut, on prendra une intensté égale à $2\,i_0$. Mais, comme je l'ai fait remarquer déjà, pratiquement l'écart est beaucoup moins grand si on ne travaille qu'avec un rendement acceptable du redresseur.

Le courant redressé.

Cet exposé comprendra quatre parties — avec un rappel préliminaire — regardant :

1° Les fréquences composant le courant ;

2° L'intensité de la composante continue ;

3° L'amplitude des parties alternatives ;

4° L'affaiblissement procuré par une cellule.

Ces considérations se rattacheront tout naturellement à différents articles que j'ai déjà écrits sur cette question et, en particulier, à ceux se rapportant à l'analyse d'un courant périodique quelconque. Nous retrouverons, d'ailleurs, de nombreuses conclusions déjà connues, mais ce n'est qu'à force de retourner la question en tous sens qu'on arrive à se faire une idée exacte. De plus, ils seront complétés prochainement, à la suite d'essais particulièrement intéressants qui sont actuellement en cours.

Je considérerai successivement le redressement d'une alternance, puis celui des deux. Sans doute, il y a avantage à employer le second procédé, mais le premier présente des avantages qui ne sont pas négligeables aux yeux de beaucoup.

I. - *Une seule alternance.*

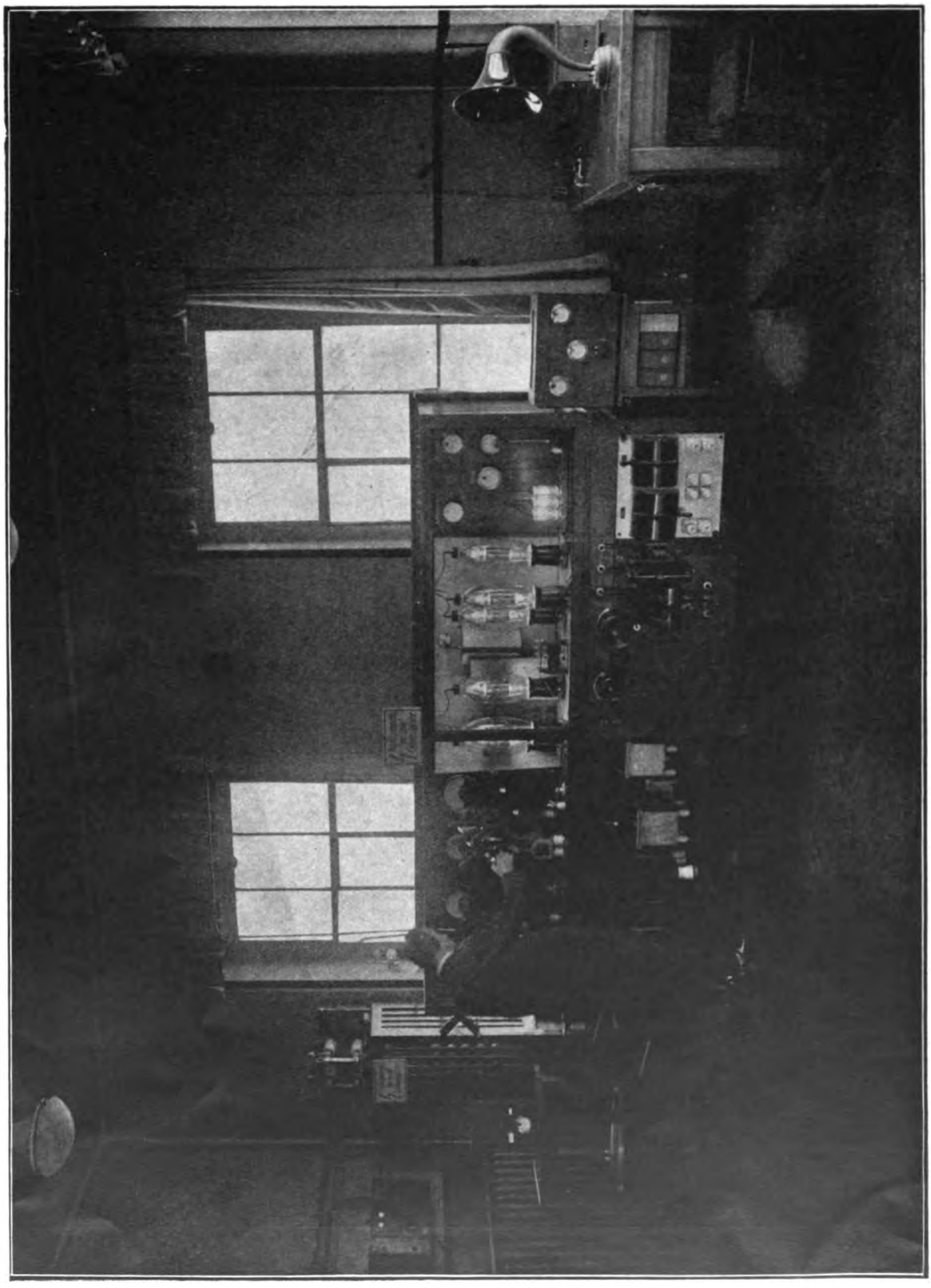
Dans ce cas, comme le montre la fig. 5, le débit n'a lieu que de D à B. C'est en partant de cette remarque que nous allons étudier cette question. On peut d'ailleurs construire exactement la courbe de I en fonction du

Digitized by Google

L'ANTENNE DE LA STATION DE MUNICH.

*

Digitized by Google



VUE INTÉRIEURE DE LA STATION DE BRESLAU.

Digitized by Google

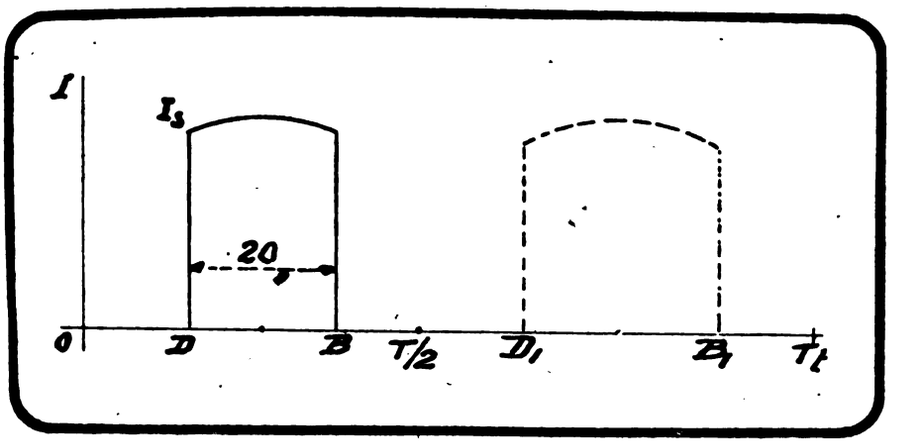


Fig. 5.

temps, en supposant que la tension aux bornes du secondaire du transformateur d'alimentation est sinusoïdale ; la fig. 6 représente une caractéristique (courant en fonction de la tension — relevée en courant continu) ; connaissant la valeur de la tension instantanée, on pourra tracer la courbe

$$I = f(t)$$

de la fig. 4. Je supposerai, ce qui est exact en gros, que le courant de saturation est instantanément et continuellement débité.

Les réponses aux questions ci-dessus — aux trois premières principalement — vont être automatiquement obtenues de l'interprétation de cette courbe en fonction de la méthode d'analyse qui a été développée dans un précédent article.

J'ai dit que l'amplitude de la tension continue — terme constant du développement en série de Fourier — était égale à la valeur moyenne des amplitudes de la courbe étudiée pendant une période. Soit $2\theta_0$ le temps pendant lequel le diode débite, c'est-à-dire à partir duquel la tension instantanée est supérieure à celle débitée.

L'amplitude du courant étant constamment égale à I_s, la valeur moyenne est évidemment proportionnelle à $\frac{2\theta_0}{T}$

On a donc

$$I_0 = \frac{2\theta_0}{T} I_s = \frac{1}{T} I_s (DB)$$

Pour obtenir I_0, il suffit donc de mesurer D B (à l'échelle du dessin) et d'évaluer le rapport $\frac{DB}{T}$.

On peut, connaissant $\frac{I_0}{I_s}$, — car on se trouve là en présence d'une donnée générale du problème du redressement — évaluer le temps t_0 correspondant au point D marquant le commencement du fonctionnement du diode.

On a en effet :

$$t_0 = \frac{T}{4} - \frac{BD}{2} = \frac{T}{4}\left(1 - 2\frac{I_0}{I_s}\right)$$

Voici donc pour ce qui regarde l'intensité de la composante continue.

Il est intéressant de rechercher maintenant l'amplitude et la valeur des oscillations de fréquence composantes.

En se souvenant de ce qui a été dit au sujet de la décomposition des courbes périodiques, on remarquera qu'il n'y a à espérer absolument aucune simplification.

Par contre, il saute aux yeux que, en dehors de DB, toutes les amplitudes de l'oscillation résultante étant nulles, il nous suffira de considérer les termes relatifs à cet intervalle. De plus, l'amplitude est constante et égale à I_s.

Dans la colonne amplitude nous aurons donc une suite

$$0 — I_s — 0.$$

Nous ne considérerons donc que des produits de la forme $I_s \sin \omega t'$, $I_s \cos \omega t'$; à la sommation on aura des expressions

$$A = \Sigma I_s \sin \omega t'$$
$$B = \Sigma I_s \cos \omega t'$$

Le temps qui nous intéresse étant représenté par BD, on peut écrire ainsi :

$$A = \frac{I_s}{2\theta_0} \int_{\frac{T}{4} - t_0}^{\frac{T}{4} + t_0} \sin \omega t dt$$

$$B = \frac{I_s}{2\theta_0} \int_{\frac{T}{4} - t_0}^{\frac{T}{4} + t_0} \cos \omega t dt$$

En tenant compte des propriétés de lignes trigonométriques on peut écrire

$$A = \frac{I_s}{\theta_0} \int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{4} + t_0} \sin \omega t dt$$

$$= \frac{I_s}{\theta_0} \int_0^{t_0} \cos(\omega t) dt$$

$$B = \frac{I_s}{\theta_0} \int_0^{t_0} \sin \omega t dt$$

Que va-t-il se passer pour un harmonique de rang n quelconque ? C'est en effet la question qui m'intéresse en particulier pour déterminer l'influence du rapport $\frac{I_0}{I_s}$ sur l'amplitude et l'importance des harmoniques.

L'intégration réalisée de 0 à θ_0 revient simplement à un changement d'origine, mais ceci n'agit pas autrement sur les valeurs (changement d'un quart de période).

Pour un harmonique de rang n, on aura pareillement

$$A_n = \frac{I_s}{\theta_0} \int_0^{t_0} \cos n\omega t dt$$

et en reportant l'origine en D (fig. 5)

$$B_n = \frac{I_s}{\theta_0} \int_0^{t_0} \sin n\omega t dt$$

En intégrant chacune de ces valeurs il vient :

$$A_n = \frac{I_s}{\theta_0} \left| \frac{\sin n\omega t}{n\omega} \right|_{t=0}^{t=t_0}$$

soit enfin

$$A_n = \frac{I_s}{\theta_0} \frac{\sin n\omega t_0}{n\omega} = \frac{1}{2\pi n} I_s \frac{T}{t_0} \sin n\omega t_0$$

D'autre part, on aura aussi

$$B_n = \frac{I_s}{\theta_0} \left| -\frac{\cos n\omega t}{n\omega} \right|_{t_0=0}^{t=t_0}$$
$$= \frac{I_s}{\theta_0} \left| \frac{1}{n\omega} - \frac{\cos n\omega t_0}{n\omega} \right|$$

Avant d'étudier ces deux expressions, je veux établir les équations similaires dans le cas du redressement des deux alternateurs.

II. - *Deux alternances.*

On aura alors deux zones DB, D_1B_1 où il y aura débit.

En employant les mêmes notations et les mêmes raisonnements que plus haut, on aura

$$I_0 = \frac{4\theta_0}{T} I_s = \frac{1}{T} I_s [DB + D_1B_1]$$

$$= \frac{1}{T} I_s \times 2DB$$

Le temps t_0 correspondant point B est :

$$t_0 = \frac{T}{4} - \frac{BD}{2} = \frac{T}{4} - \frac{T}{4} \frac{I_0}{I_s}$$
$$= \frac{T}{4}\left(1 - \frac{I_0}{I_s}\right)$$

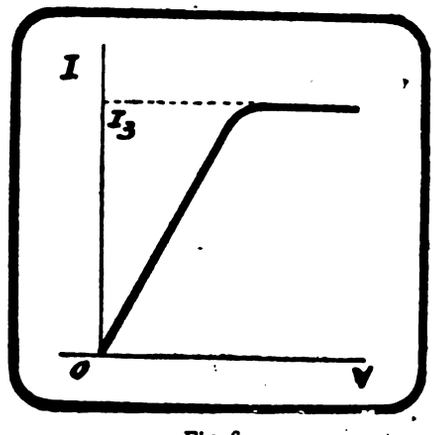


Fig. 6.

Digitized by Google

en tenant compte ainsi de ce que

$$BD = \frac{1}{T} - \frac{I_0}{I_s}$$

On a donc là la valeur de la composante continue du courant redressé.

Contrairement à ce qui a eu lieu dans le premier cas, la symétrie de la figure par rapport à un axe passant par $\frac{T}{2}$ permet une simplification de la décomposition en série de Fourier. J'ai déjà montré que cela conduisait à ne conserver que les puissances paires, celles fournissant des courbes symétriques aussi par rapport à cet axe. On aura donc un développement de la forme

$$f(t) = \varphi_0 + A_2 \sin(2\omega t - \varphi_2) + A_4 \sin(4\omega t - \varphi_4) + \ldots\ldots + A_{2n} \sin(2n\omega t - \varphi_n) + \ldots\ldots$$

Cette restriction faite, on peut de suite déduire que le filtrage sera agencé d'une manière toute différente, car la fréquence la plus basse à éliminer sera double de celle du secteur (tout au moins admettons cela maintenant). J'examinerai cette question par la suite.

Dans le circuit d'utilisation, on aura évidemment

$$A_n' = \frac{I_s}{2\theta_0}\left[\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} \sin n\omega t\, dt + \int_{\frac{3T}{4}-t_0}^{\frac{3T}{4}+t_0} \sin n\omega t\, dt\right]$$

$$B_n' = \frac{I_s}{2\theta_0}\left[\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} \cos n\omega t\, dt + \int_{\frac{3T}{4}-t_0}^{\frac{3T}{4}+t_0} \cos n\omega t\, dt\right]$$

Les expressions partielles placées sous le signe d'intégration sont, dans chaque équation, égales entre elles.

Il vient donc par suite

$$A_n' = \frac{I_s}{\theta_0}\int_{\frac{T}{4}-t_0}^{\frac{T}{4}+t_0} \sin n\omega t\, dt = \frac{2I_s}{\theta_0}\int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{4}+t_0} \sin n\omega t\, dt$$

$$B_n' = \frac{2I_s}{\theta_0}\int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{4}+t_0} \cos n\omega t\, dt$$

On conclut donc finalement

$$A_n' = 2A_n$$
$$B_n' = 2B_n$$

cette formule n'étant valable, je le répète, que pour les harmoniques de rang pair.

On se trouve donc en présence des deux formules suivantes :

$$A_n = \frac{1}{2\pi n} I_s \frac{T}{\theta_0} \sin n\omega t_0$$

$$B_n = \frac{I_s}{\theta_0}\left|\frac{1-\cos n\omega t_0}{n\omega}\right| = \frac{1}{2\pi n} I_s \frac{T}{\theta_0}\left(1-\cos n\omega t_0\right)$$

On se souvient que, suivant le cas, on a

$$\frac{I_0}{I_s} = 2\frac{\theta_0}{T} \text{ (une seule alternance)}$$

$$\frac{I_0}{I_s} = 4\frac{\theta_0}{T} \text{ (deux alternances)}$$

ou donc $\frac{I_0}{I_s} = \frac{\theta_0}{T} \times K$

Il vient donc

$$A_n = \frac{1}{2\pi n} I_s K \frac{I_s}{I_0} \sin n\omega t_0 = \frac{KI_s}{2\pi n}\frac{I_s}{I_0} \sin n\omega t_0$$

$$B_n = \frac{KI_s}{2\pi n}\frac{I_s}{I_0}(1-\cos n\omega t_0)$$

La phase de l'oscillation ne nous intéresse pas ; l'amplitude est

$$X_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}$$

d'où

$$X_n = \frac{KI_s}{2\pi n}\frac{I_s}{I_0}\sqrt{\sin^2 n\omega t_0 + (1-\cos n\omega t_0)^2}$$

En premier lieu, il y a lieu de remarquer que t_0 diminue quand $\frac{I_0}{I_s}$ augmente. J'étudierai successivement l'influence :

a) Du rapport $\frac{I_0}{I_s}$ pour un harmonique donné ;

b) Du rang n de l'harmonique envisagé par $\frac{I_0}{I_s}$ donné.

On remarquera que l'on a

$$X_n = \frac{KI_s}{2\pi n}\frac{I_s}{I_0}\sqrt{\sin^2 n\omega t_0 + 1 + \cos^2 n\omega t_0 - 2\cos n\omega t_0};$$

la partie placée sous le radical, soit A, est

$$A = 2(1-\cos n\omega t_0) = 4\sin^2\frac{n\omega t_0}{2}$$

On a donc finalement

$$X_n = \frac{2KI_s}{\pi n}\frac{I_s}{I_0}\sin^2\frac{n\omega t_0}{2}.$$

Quand $\frac{I_0}{I_s}$ augmente, on remarque que

1° $\frac{I_s}{I_0}$ diminue,

2° t_0 diminue ; $\sin^2\frac{n\omega t_0}{2}$ diminue aussi ; d'ailleurs, on peut remarquer, qu'aux limites,

lorsque $t_0 = 0$ $I_0 = \frac{I_s}{2}$ $X_n = 0$

puisque le courant est sinusoïdal par hypothèse,

lorsque $t_0 = \frac{T}{4}$ $I_0 = 0$

$$\sin\frac{n\omega t_0}{2} = 1 \quad \text{et} \quad X_n = \infty$$

On conclut que l'amplitude relative des harmoniques croît quand le débit augmente ; en dehors de toutes autres considérations déjà développées sur le filtrage, il faut donc tenir compte de cette nouvelle constatation.

Dans le cas où, pour un rapport $\frac{I_0}{I_s}$ donné, on veut se rendre compte de la variation de Kn avec le rang de l'harmonique considéré, on a

$$X_n = A\frac{1}{n}\sin^2 Bn.$$

Cette expression est impossible à étudier dans toute sa généralité.

Conformément aux conclusions déjà étudiées, on peut admettre que le fonctionnement est tel que

$$I_0 \ll I_s$$

d'où

$$t_0 \neq \frac{T}{4};$$

dans ce cas, on a

$$\sin^2\frac{n\omega t_0}{2} = \sin^2\frac{n \times 2\pi \times T}{2 \times 4 \times T} = \sin^2 n\frac{\pi}{4}$$

On a donc alors

$$X_n = A\frac{1}{n}\sin^2 n\frac{\pi}{4}$$

Voici les amplitudes calculées pour les six premiers harmoniques (en se souvenant des restrictions faites plus haut au sujet de leur nature) :

n	X_n
1	0,5 A
2	0,5 A
3	0,16 A
4	0
5	0,10 A
6	0,15 A

On en conclut qu'il existe une certaine périodicité.

Conclusion.

Ces quelques lignes sur le problème du redressement complètent maints articles que j'ai déjà écrits sur cette question ; elle fera encore l'objet d'autres communications, car j'ai en route divers essais fort intéressants sur le problème, d'autant plus qu'ils l'éclairent sous un jour tout à fait particulier.

La première partie conduit à des conclusions immédiatement exploitables, à condition que les constructeurs veuillent bien vous donner l'intensité du courant Is ; la seconde nous servira quand nous reprendrons sous peu l'étude du filtrage.

P. OLINET.

Digitized by Google

UNE THÉORIE DES CHANGEURS DE FRÉQUENCE

avec lampe à une grille — à deux grilles — à trois grilles

NOUS avons établi, en 1925-1926, au cours de plusieurs conférences, articles et controverses, la théorie de la bigrille modulatrice et aussi celle du changeur de fréquence classique, avec sa détection stroboscopée, phénomène qui existe également dans le changeur à bigrille et qui peut masquer, sans un examen attentif, celui de la modulation. Nous avons pensé que l'usage persistant des changeurs, l'apparition du « strobodyne » de M. Chrétien, la thèse sur la détection de M. David, divers articles récents, parus dans le *Q S T* sous la signature de MM. Doucet et Olinet, donnaient un nouvel intérêt à ces très anciens travaux ; car en T.S.F. 4 années sont une éternité. Nous avons donc réuni en un seul article les arguments et calculs que nous avions développés dans *L'Antenne*, *L'Onde Électrique*, *La Revue Générale d'Électricité*, etc..., et nous nous excusons de n'avoir pu établir, au cours de ces dernières années, de théorie plus poussée que celle déjà exposée par nous. Nous avons voulu surtout mettre en lumière le côté physique, en tenant compte des grandeurs relatives des facteurs en jeu, et souhaitons que ces documents, quelque peu jaunis, n'exhalent pas un air trop prononeé de vétusté. Nous avons d'ailleurs ajouté une petite note sur l'application que nous avons faite plus récemment à la trigrille.

ÉTUDE DU TRANSFORMATEUR DE FRÉQUENCE AVEC OSCILLATEUR ET DÉTECTEUR.

Généralités.

La méthode dite des battements, employée dans les récepteurs, en radiotélégraphie, consiste, dans son expression la plus générale, à combiner deux phénomènes périodiques pour faire apparaître un phénomène d'une période différente, le mot période ayant, dans ce dernier cas, une signification approximative, car le phénomène résultant, bien que répété un certain nombre de fois par seconde, n'est pas rigoureusement périodique, en général. Mais ceci ne constitue qu'une légère nuance dans le cas qui nous occupe, et nous admettrons, pour simplifier, que le battement a une période fixe et connue.

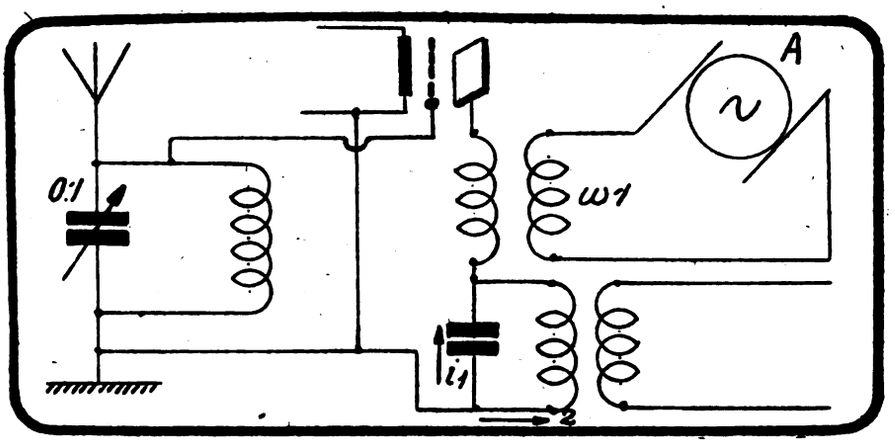


Fig. 2.

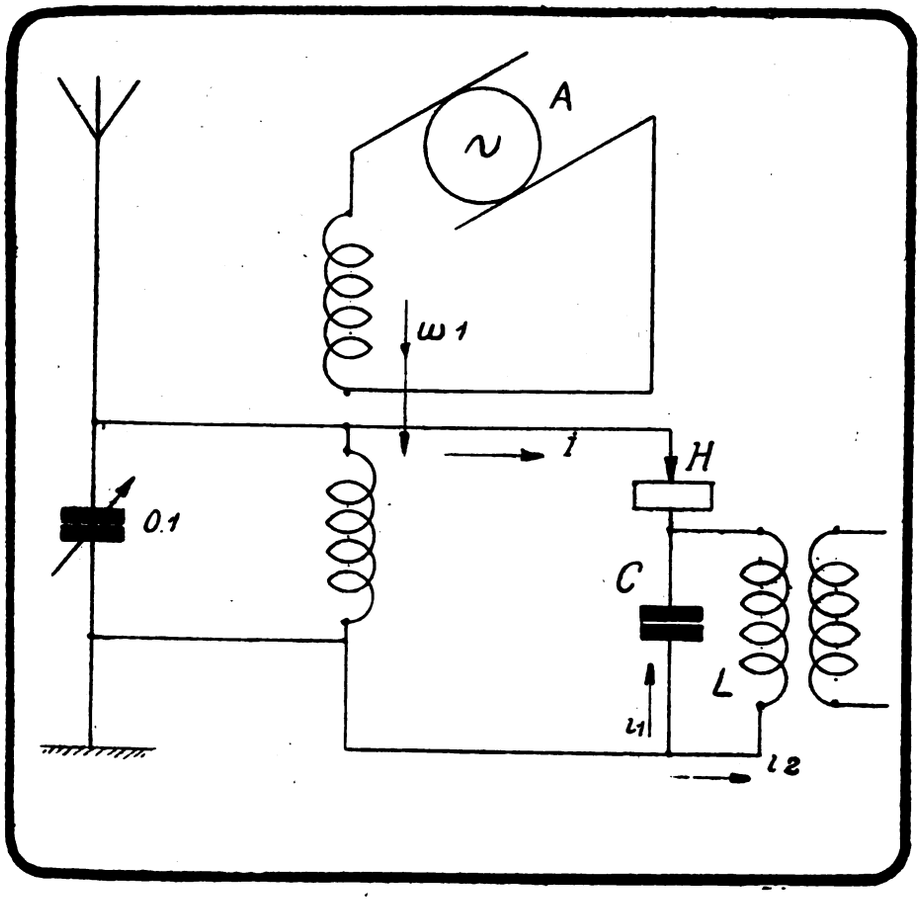


Fig. 1.

La fréquence F résultante, utilisée, a pour valeur la différence des deux fréquences composantes f_1 et f_2, soit :

$$F = f_1 - f_2$$

Une méthode employée pour obtenir le courant de fréquence F est d'introduire les oscillations de fréquences f_1 et f_2 dans un système à conductibilité unilatérale et de faire apparaître le terme en $(f_1 - f_2)$ à l'aide d'un circuit accordé. On verra plus loin que le phénomène rappelle très exactement celui dont il est tiré parti *en stroboscopie*, et que *l'amplitude du battement dépend des fréquences*.

Une autre méthode consiste à moduler *l'amplitude* d'un des courants à la fréquence de l'autre courant. Il apparaît ainsi, tout comme dans la modulation radiophonique, deux fré-

Digitized by Google

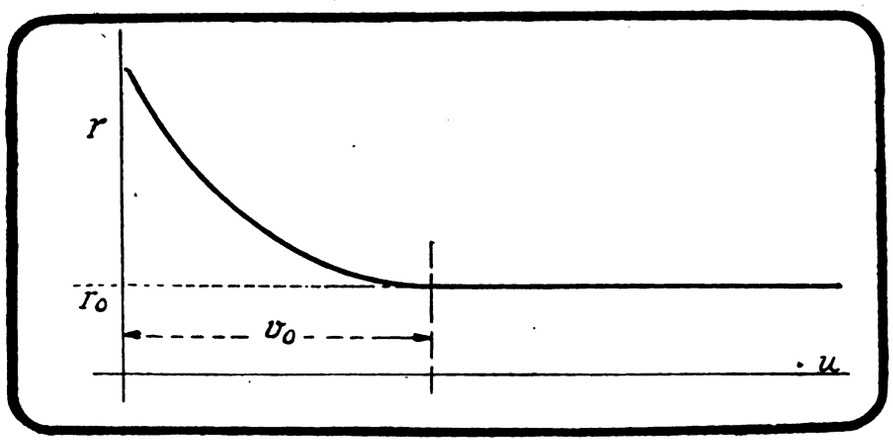


Fig. 3.

quences nouvelles dont l'une a pour fréquence celle, F, définie plus haut, et l'amplitude du nouveau terme est indépendante des fréquences composantes.

Description du dispositif

Le premier procédé est réalisé pratiquement par la combinaison d'un générateur local donnant le courant de fréquence f_1, d'un détecteur, d'un circuit collecteur de l'onde incidente, de fréquence f_2, et d'un circuit accordé sur la fréquence $f_1 - f_2$.

Sur la figure 1 est représenté le schéma du dispositif : le générateur local A est, normalement, une lampe à 3 électrodes ; le circuit oscillant O_1 est accordé sur la fréquence à recevoir f_2, le détecteur H peut être à cristal ou à lampe ; on peut même le constituer par l'espace filament plaque d'une lampe et réaliser le système représenté sur la figure 2.

Cette disposition, qui a été peut-être improprement appelée : à modulation plaque, peut se ramener à celle de la figure 1, en tenant compte simplement de l'amplification apportée par la lampe, à condition, bien entendu, que la force électromotrice locale ait une valeur appropriée. Pratiquement, dans le cas du 1er système, la tension de fréquence f_1 appliquée au détecteur est de plusieurs volts, et, dans celui du 2e système, de plusieurs dizaines de volts.

Le raisonnement qu'on peut faire sur l'un des systèmes s'appliquera donc à l'autre, à un coefficient près, dans les calculs. Il n'en serait pas de même si la tension alternative appliquée dans le circuit de la plaque est assez faible et si on lui superposait une tension continue du même ordre. On se placerait alors dans le cas du système de modulation que nous examinerons ultérieurement.

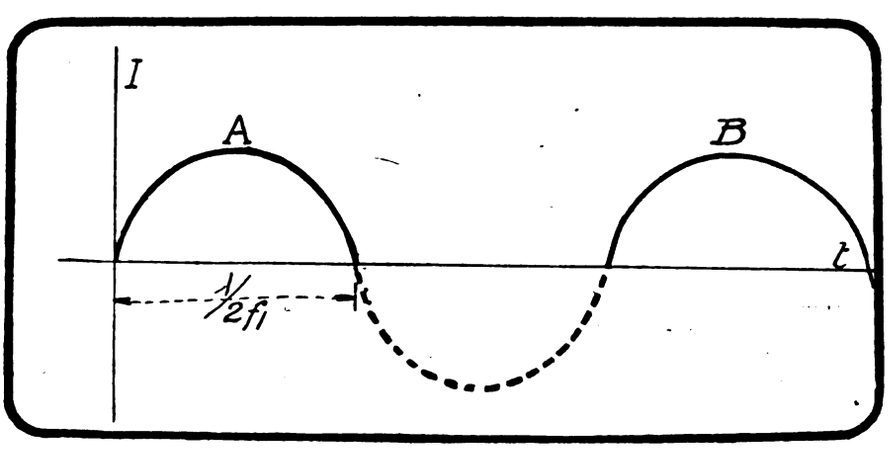


Fig. 4.

Exposé de la théorie

Tout d'abord, une remarque essentielle s'impose, parce qu'elle domine la théorie : la *tension locale appliquée au détecteur dans la disposition de la figure* 1 *est de plusieurs volts.* Il s'ensuit : 1° qu'elle est très grande vis-à-vis de la force électromotrice provenant du collecteur d'ondes (fréquence f_2) qui est souvent de quelques microvolts ; 2° que la portion de la caractéristique du détecteur représentant la variation de la résistance en fonction de la tension aux bornes (fig. 3) n'est utilisée que *pendant un temps très court par rapport à la période* de l'oscillateur local ; on peut calculer que ce temps est de l'ordre de 1 pour 100 de la période, pour un détecteur à galène, et de 4 pour 100, pour un détecteur à lampe. Pratiquement, le détecteur présente donc une résistance r_0 fixe pendant la presque totalité de la durée d'une oscillation positive et une résistance infinie pendant les oscillations négatives ; le passage de la valeur r_0 à l'infini s'effectuant dans un temps extrêmement petit. — Examinons, maintenant, l'action des forces électromotrices appliquée au circuit du détecteur.

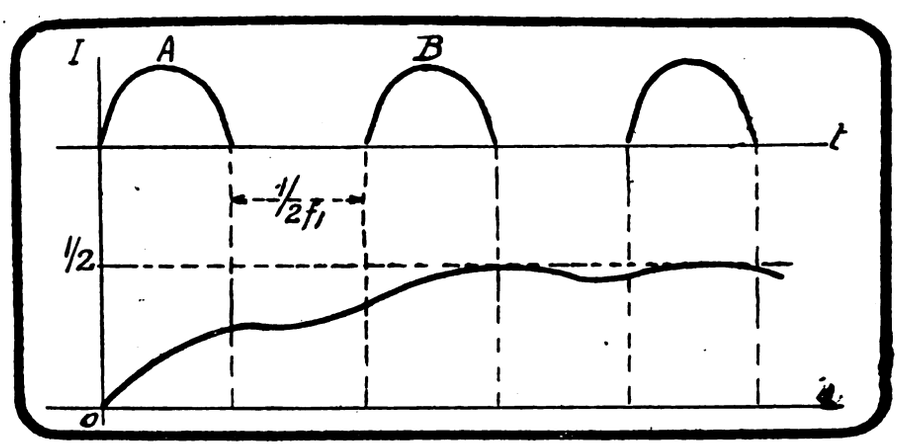


Fig. 5.

Il existe aux bornes du circuit de détection, comprenant un détecteur que nous supposerons être un simple redresseur et un circuit oscillant constitué par un condensateur C et une inductance L, destiné à recueillir le courant de moyenne fréquence, deux forces électromotrices, l'une de grande amplitude, A. sin $\omega_1 t$, due à l'oscillateur local, et l'autre de petite amplitude, quelques millivolts ou quelques microvolts, provenant du collecteur d'ondes et de la forme : $a \sin \omega_2 t$.

Un courant I traverse le détecteur lorsque la tension aux bornes du système détecteur a un certain signe, et ce courant est nul quand la tension est de sens inverse; cette tension est de la forme :

$$U = A \sin \omega_1 t + a \sin \omega_2 t$$

Digitized by Google

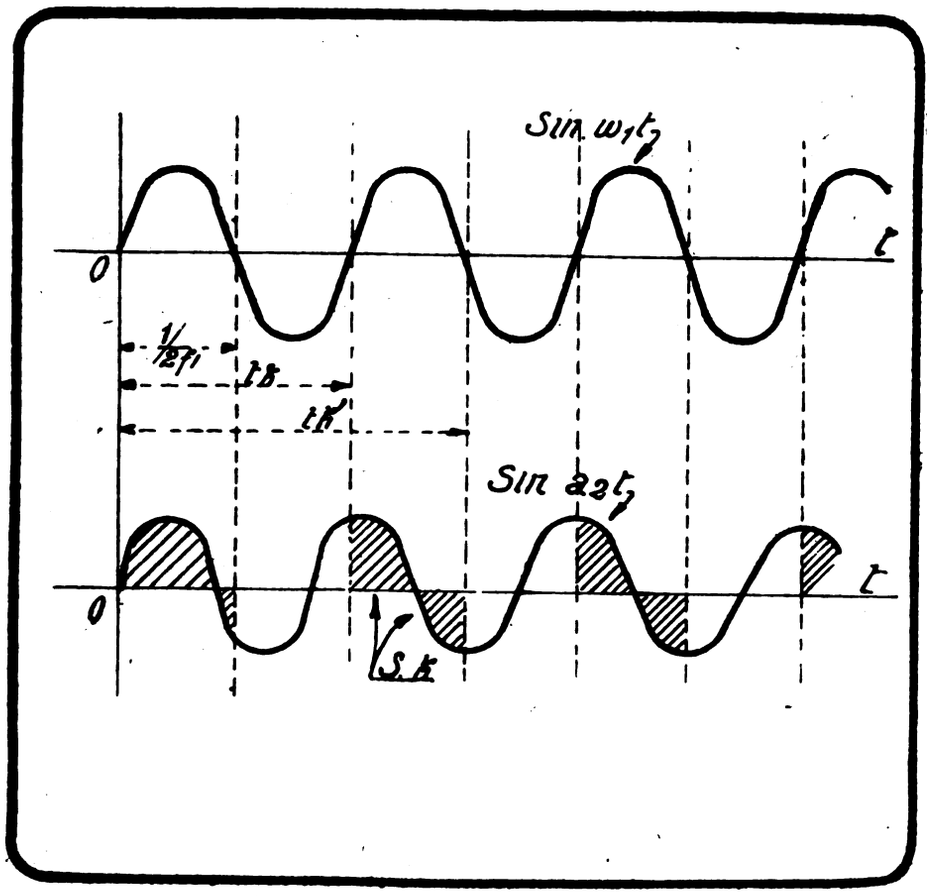


Fig. 6.

On ferait un raisonnement à peu près analogue avec les détecteurs de tension. Comme A est de plusieurs milliers de fois supérieur à a, on peut admettre pratiquement que le courant I *suivra le rythme* de la force électromotrice de fréquence f_1, c'est-à-dire *que I existera pendant l'alternance positive* de l'oscillateur local (A sin $\omega_1 t$) et sera supprimé pendant l'alternance négative, ce qui permet de dire que le rôle de l'oscillateur local est d'ouvrir très largement, par chacune de ses alternances positives, le passage, dans le détecteur, à l'oscillation à recevoir, et de fermer entièrement ce passage par ses alternances négatives. Ce courant I serait figuré par une série de demi-sinusoïdes (en l'absence de l'oscillation f_2) espacées par des temps $\frac{1}{2f_1}$ (fig. 4).

Ce ne sont peut-être pas très exactement des sinusoïdes, car, durant 3 à 4 centièmes du temps, au moment où la courbe va couper l'axe des t, l'influence de la résistance variable du détecteur se fait sentir et la courbe s'écarte un peu de la sinusoïde, mais ce phénomène est secondaire, étant donné sa faible durée, et il ne change pas nos conclusions. On peut d'ailleurs le chiffrer.

Quelle est l'action produite sur le circuit condensateur et bobine d'inductance, en moyenne fréquence, par ces impulsions successives et *discontinues ?* Supposons d'abord qu'il n'y ait pas de force électromotrice en sin $\omega_2 t$. On peut se rendre compte *a priori* de ce qui se passe. Une première oscillation A de I (fig.5) détermine un courant i_2, très faible, dans l'inductance L, de grande valeur, et un courant i_1 qui charge le condensateur C. Pendant l'intervalle qui suit, où I est nul, la capacité C tend à se décharger et à prolonger, sinon augmenter, le courant i_2, si C est assez grand.

L'oscillation suivante B va produire une action semblable. On conçoit que les intervalles de charge étant très rapprochés, le courant i_2 va devenir à peu près constant. Ce n'est pas autre chose que l'on observe lorsqu'on produit du courant continu avec une seule alternance d'un secteur alternatif débitant sur un condensateur et une inductance convenables. Cela peut se traduire plus exactement par les équations suivantes :

$$i_2 + CR\frac{di_2}{dt} + CL\frac{d^2i_2}{dt^2} = \frac{A}{\rho}\sin\omega_1 t$$

pendant les intervalles où I n'est pas nul, et :

$$i_2 + CR\frac{di_2}{dt} + CL\frac{d^2i_2}{dt^2} = 0$$

pendant les intervalles où I est nul, R, étant la résistance ohmique de

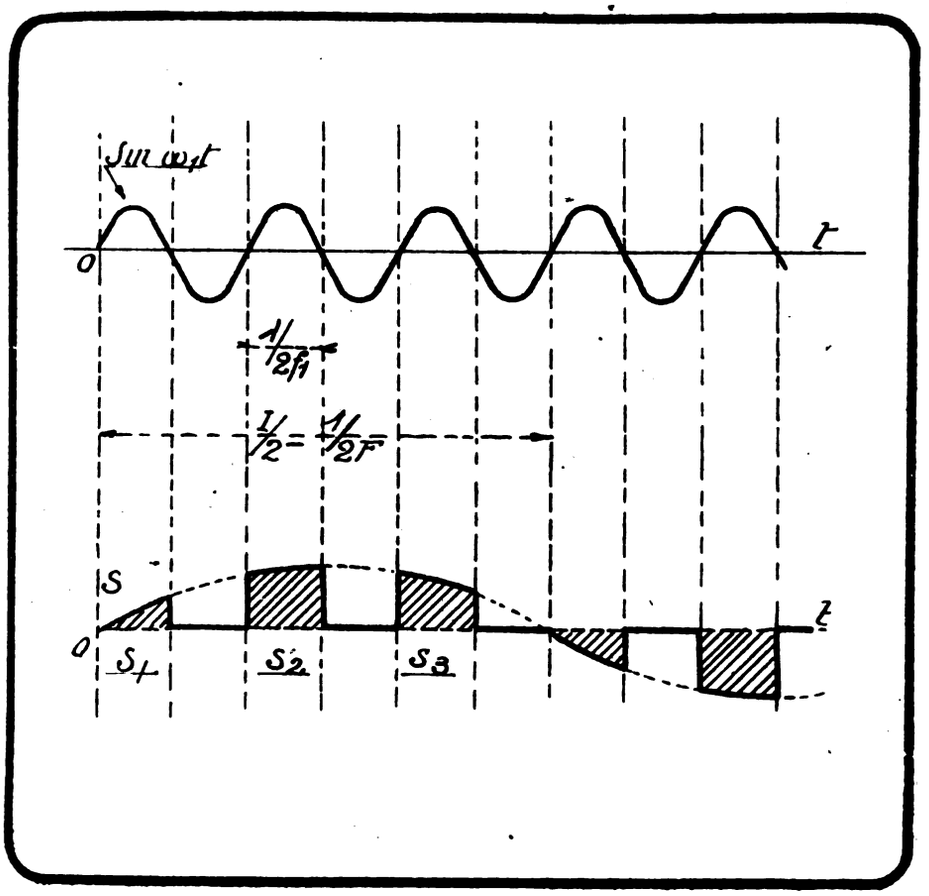


Fig. 7.

Digitized by Google

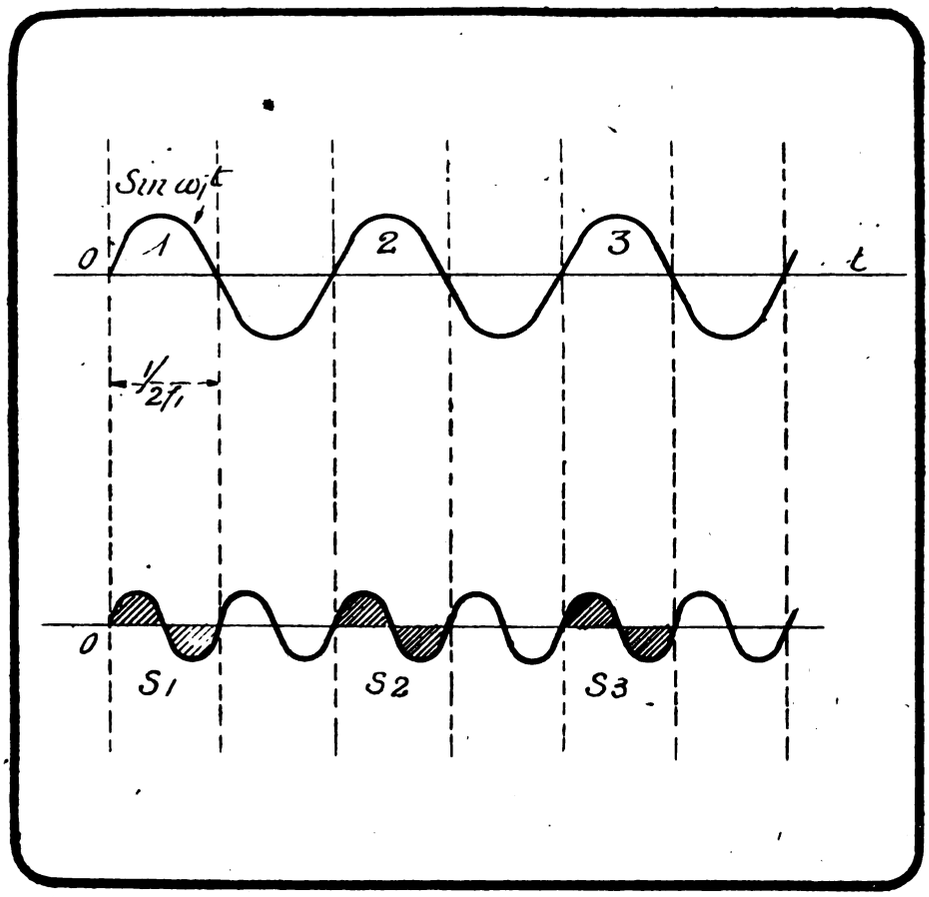


Fig. 8.

l'inductance L et ρ celle du détecteur et du circuit d'accord.

On voit qu'il est nécessaire, par suite de cette discontinuité, de calculer *successivement* les valeurs initiales et finales de i_2 à *chaque* impulsion, pour se rendre compte de l'allure du courant dans un temps suffisamment long. On trouve une courbe analogue à la courbe représentée sur la figure 5 en supposant :

C = 1/1000 de μF ; L = 0 henry 01 et $f_2 = 10^6$ périodes par seconde.

Le courant i_2 dans *l'inductance* est *donc un courant sensiblement constant*; d'ailleurs une simplification, assez grossière, faite en posant :

$$I = i_0 + i_0 \sin \omega_1 t$$

donne un résultat très proche de celui indiqué ci-dessus et permet d'obtenir rapidement la valeur de i_2 en fonction de t; on a en effet :

$$i_2 = i_0\left(1 + \frac{\sin \omega_1 t}{CL\omega^2 - 1}\right)$$

On constate ainsi que i_2 est un courant continu à moins de 1/300 près, pour une longueur d'onde locale de 3 à 400 mètres.

Nous avons *pu vérifier* le phénomène à l'oscillographe cathodique.

Il y a donc un courant *discontinu* dans le *détecteur* ; mais il existe un courant *continu* dans l'*inductance* L du circuit de moyenne fréquence. La valeur de ce courant continu est proportionnelle à l'ordonnée moyenne de i, c'est-à-dire que l'on a en régime rétabli :

$$i_2 t = \int_0^t I\,dt$$

Ce résultat acquis, faisons intervenir la fréquence à recevoir f_2. Nous ne pouvons composer l'onde locale et l'onde incidente que pendant les intervalles $\frac{1}{2f_1}$ pendant lesquels le détecteur laisse passer le courant.

L'expression du courant I peut être mise sous la forme :

$$I = \frac{U}{\rho} = \frac{A}{\rho}\sin \omega_1 t + \frac{a}{\rho}\sin \omega_2 t$$

Le premier correspond à un courant continu dans l'inductance L et qui aura pour valeur l'ordonnée moyenne de $\frac{A}{\rho}\sin \omega_1 t$ divisée par 2 puisque, pendant une demi-période il y a supression du courant I. On a donc un premier terme :

$$i_0 = \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{\pi}\cdot\frac{A}{\rho} = \frac{1}{\pi}\cdot\frac{A}{\rho}$$

La figure 6 donne une idée de la forme du second terme $a \sin \omega_2 t$, pendant les intervalles de temps où $\sin \omega_1 t$ est positif.

Si l'on considère leur aire : S_k, k étant *le nombre* d'oscillations de l'oscillateur local à partir de l'instant t égal à zéro, elle est définie par :

$$S_k = \int_{t_k}^{t_{k'}} \frac{a}{\rho}\sin \omega_2 t \,.\, dt$$

S_k représente la quantité d'électricité *due à l'onde incidente* et qui traverse le système détecteur pendant le temps $\frac{1}{2f_1}$ d'une demi-oscillation locale.

En effectuant on a :

$$S_k = \frac{a}{\rho\omega_2}\left[-\cos \omega_2 t\right]_{t_k}^{t_{k'}}$$

$$= \frac{a}{\rho\omega_2}\left[\cos \omega_2 t_k - \cos \omega_2 t_{k'}\right]$$

ce qui peut s'écrire après transformation :

$$S_k = \frac{2a}{\rho}\sin \omega_2\left(\frac{t_k + t_{k'}}{2}\right)$$

$$\sin \omega_2\left(\frac{t_k - t_{k'}}{2}\right)$$

Pour calculer t_k et $t_{k'}$ remarquons qu'ils indiquent les temps où la demi-alternance positive de la fonction

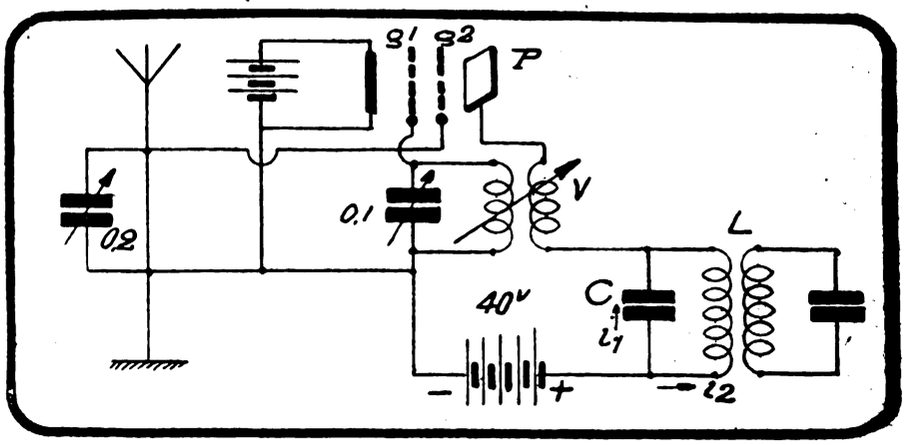


Fig. 9.

Digitized by Google

sin $\omega_1 t$ passe par zéro, c'est-à-dire que l'on a :

$$\sin \omega_1 t_k = 0 \quad \text{et} \quad \sin \omega_1 t_{k'} = 0$$

ou :

$$\omega_1 t_k = 2\pi K \quad \text{et} \quad \omega_1 t_{k'} = 2\pi K + \pi$$

K étant, comme nous l'avons dit, le *nombre* d'oscillations depuis l'instant t, égal à zéro. Dans ces conditions, l'expression de S_k peut alors s'écrire de la façon suivante :

$$S_k = \frac{2a}{\rho\omega_2} \sin \frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{(4K+1)\pi}{2} \cdot \sin \frac{\omega_1}{\omega_1} \cdot \frac{\pi}{2}$$

Posons, pour ω_1 et ω_2 donnés,

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1 + \varepsilon ; \text{ d'où } \varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1}$$

S_k s'écrit :

$$S_k = \frac{2a}{\rho\omega_2} \sin\left(2K\pi + \frac{\pi}{2} + 2K\pi\varepsilon + \frac{\varepsilon\pi}{2}\right)$$

$$\sin \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{2a}{\rho\omega_2} \sin \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \cos\left(\frac{\varepsilon\pi}{2} + 2K\pi\varepsilon\right)$$

La quantité $\frac{\varepsilon\pi}{2}$ est constante. Les valeurs successives de S_k s'obtiendront en donnant à K les valeurs entières 1, 2, 3, etc.... S_k repassera *par les mêmes valeurs* et *dans le même sens* lorsque $K\varepsilon$ passera par les valeurs 1, 2, 3, 4, etc... *ou les plus voisines* de ces nombres si le produit $K\varepsilon$ ne donne pas un nombre entier, ce qui est, d'ailleurs, un cas curieux à examiner, car on s'aperçoit alors que *la période* du courant de moyenne fréquence n'est pas rigoureusement fixe : il y a une *variation* périodique de *la période*, mais l'étude de ce cas nous entraînerait trop loin et ne *changerait pas nos conclusions*. Admettons que l'on puisse écrire :

$$K_1 = \frac{1}{\varepsilon}$$

K_1 étant un nombre entier et représentant le nombre des oscillations de l'oscillateur local qui séparent les temps de passage de la fonction S_k par les mêmes valeurs. La période de cette fonction est donc :

$$\tau = K_1 \cdot \frac{1}{f_1}$$

Or on a :

$$K_1 = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{\omega_1}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{1}{f_2 - f_1}$$

et par conséquent :

$$\tau = \frac{1}{f_2 - f_1}$$

c'est-à-dire que la fréquence F de la fonction S_k est bien :

$$F = f_2 - f_1$$

Ainsi apparaît la moyenne fréquence par un procédé qui rappelle tout à fait celui de *la stroboscopie*. Calculons l'amplitude de l'oscillation de fréquence F.

Le *nombre* variable K satisfait, à chaque oscillation locale, à la relation :

$$K \cdot \frac{1}{f_1} = t_k$$

On peut admettre, afin de pouvoir écrire la fonction S sous une *forme continue* pendant les intervalles où *sin* $\omega_1 t$ *est positif, que* K est une fonction *continue* de t soit $K = f_1 t$.

Dans ces conditions, S s'écrit, après transformation : (1)

$$S = \frac{2a}{\rho\omega_2} \sin \frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\pi}{2} \cos\left[\frac{\varepsilon\pi}{2} + (\omega_2 - \omega_1) t\right]$$

On pourrait donner à la fonction *discontinue* S une expression analytique approximative, par exemple de la forme :

$$M[\cos(\omega_2 - \omega_1) t + \cos \omega_1 t \cos(\omega_2 - \omega_1) t]$$

et examiner l'action d'un courant de ce genre sur le circuit oscillant formé par le condensateur C et de l'inductance L ; on peut éviter ce calcul par des considérations physiques.

Pendant une demi-période : $\frac{\tau}{2} \frac{1}{2F}$ (fig. 7) le circuit oscillant en question reçoit une série d'impulsions de même signe, chaque impulsion correspondant à une quantité d'électricité S. Pendant la demi-période suivante, ce circuit reçoit une quantité d'électricité de signe contraire ; on conçoit que des oscillations vont naître dans le circuit et seront d'autant plus fortes que ce circuit aura une fréquence propre plus voisine de F, et qu'il sera moins amorti.

La quantité d'électricité Q envoyée pendant la première demi-période est :

$$Q = S_1 + S_2 + \ldots + S_n$$

n, étant le nombre d'oscillation locales, durant ce temps, défini par :

$$n = \frac{1}{\frac{2(f_2 - f_1)}{f_1}} = \frac{f_1}{2(f_2 - f_1)} = \frac{\omega_1}{2(\omega_2 - \omega_1)}$$

On peut écrire :

$$Q = n \times S_{moyen}$$

Or, en se reportant à la relation (1) on en tire :

$$S_{moy.} = \frac{2}{\pi} S_{max.} = \frac{4a}{\pi\rho\omega_2} \sin\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\pi}{2}\right)$$

donc :

$$Q = \frac{2a\omega_1}{2\rho\omega_2(\omega_2 - \omega_1)} \cdot \sin\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \frac{\pi}{2}\right)$$

le courant moyen correspondant à cette quantité d'électricité débitée pendant cette demi-période est :

$$i_{moy.} \frac{Q}{\frac{\tau}{2}} = \frac{Q}{\pi}(\omega_2 - \omega_1) = \frac{2a}{\pi^2\rho} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \sin\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\pi}{2}\right)$$

Evidemment, ce courant $i_{moy.}$ ne peut être un courant continu qui change brusquement de sens à chaque demi-période : c'est, en réalité, un courant alternatif qui suit les oscillations sinusoïdales de la fonction S et ce courant a pour valeur moyenne $i_{moy.}$ pendant une demi-période, c'est-à-dire que sa valeur maximum est $\frac{\pi}{2} i_{moy.}$ et qu'il a pour expression :

$$i = \frac{\pi}{2} i_{moy.} \cos\left[\frac{\varepsilon\pi}{2} + (\omega_2 - \omega_1) t\right] = \frac{a}{\pi\rho} \frac{\omega_1}{\omega_2} \sin\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \frac{\pi}{2}\right) \cos\left[\frac{\varepsilon\pi}{2} + (\omega_2 - \omega_1) t\right]$$

Tout se passe comme si ce courant i traversait le détecteur et agissait sur le circuit oscillant ; l'*amplitude* de ce que nous appellerons, enfin, le *battement*, et qui est l'amplitude, à un coefficient près, de la *tension moyenne fréquence* aux extrémités du circuit oscillant, est donc :

$$B = \frac{a}{\pi\rho} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \sin\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\pi}{2}\right) \qquad (2)$$

Cette formule est très intéressante puisqu'elle nous montre que l'amplitude du battement *dépend des fréquences* des oscillations composantes, à l'inverse de ce qu'on démontre dans le cas de la modulation, et dans celui de la détection par un redresseur parfait de deux ondes sinusoïdales d'égale amplitude.

On voit de suite que, lorsque $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ devient très différent de 1, ce qui a lieu dans le cas de la réception des ondes de grande longueur, l'amplitude des battements pout diminuer ; et, en particulier, il n'y a plus de réception possible si : $\omega_2 = 2\omega_1$. En effet, à ce moment, B est nul. *On pouvait le prévoir* à priori : la figure 8 montre en effet immédiatement que, dans ce cas, les surfaces S_1, S_2, etc., sont constamment nulles et ne changent pas les aires des surfaces 1, 2, 3, etc..., quand on les additionne à celles-ci. Il n'y a *pas de battement*.

On a évidemment avantage à utiliser une longueur d'onde locale inférieure à celle qu'on veut recevoir ($\omega_1 > \omega_2$) ; on obtient alors une amplitude de battement à peu près constante et qui croît même lorsque l'on augmente la longueur d'onde, à condi-

Digitized by Google

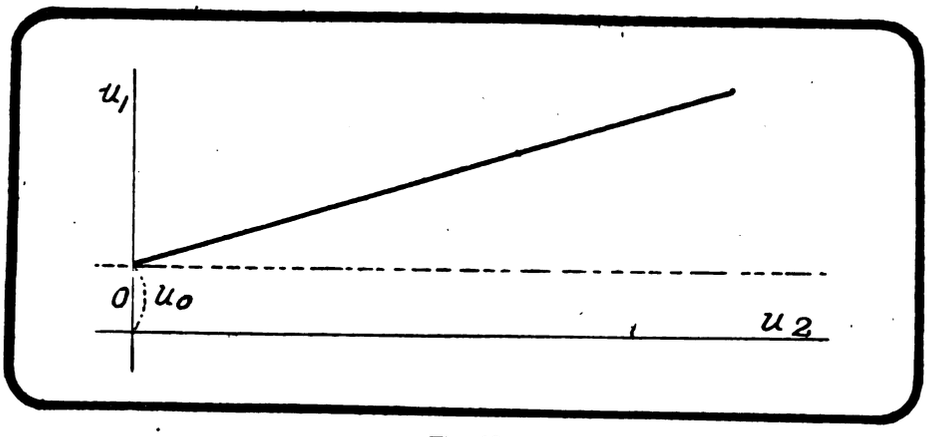


Fig. 10.

tion, bien entendu, d'avoir dans le circuit de réception une force électromotrice de fréquence f_1 d'assez grande valeur pour que nos hypothèses soient valables. On est donc conduit, les circuits étant très désaccordés pour les grandes ondes, à coupler énergiquement, dans ce cas, l'oscillateur local au circuit de réception. Toutefois, l'expérience ne vérifie pas complètement la formule (2) et l'on constate plutôt une diminution de sensibilité dans le cas des grandes ondes, où $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ est très différent de l'unité. Ceci demanderait une étude complémentaire. Il faut d'ailleurs reconnaître que nous avons obtenu la formule (2) en supposant la continuité de la fonction S, ce qui est bien loin de correspondre à la réalité quand il n'y a, comme dans le cas des grandes ondes, qu'un très petit nombre d'oscillations locales de fréquence f_1 durant la période τ de la moyenne fréquence.

La formule (2) montre, dans le cas général (ω_2 voisin de ω_1), que le rendement du système peut être supérieur à celui d'un détecteur parfait, c'est-à-dire à coude brusque, auquel on applique deux oscillations d'égale amplitude. En effet, le courant de moyenne fréquence a pour amplitude $\frac{a}{\pi\rho}$ dans ce cas, et cette amplitude peut être inférieure à B ; on peut gagner ainsi 20 pour 100 ; mais il y a aussi un autre gain, bien plus important, c'est que les détecteurs sont loin d'être parfaits et les oscillations de très faible amplitude, comme celles qu'on aurait dans le cas précédent, ne seraient pas détectées, ou très peu, tandis que la méthode stroboscopique, avec de fortes oscillations locales, donne encore un bon rendement avec un redresseur à grand rayon de courbure. C'est pourquoi cette solution a prévalu en pratique.

En résumé, dans le procédé utilisant un détecteur, on voit que l'apparition de la moyenne fréquence est obtenue par l'*interruption*, un nombre f_1 par seconde, de l'émission à recevoir de fréquence f_2, et que l'amplitude de la moyenne fréquence, donc la sensibilité du système, est fonction du rapport $\frac{f_1}{f_2}$.

M. Chrétien a tiré de ces remarques sur le mécanisme de la détection et la sensibilité une heureuse conclusion par la conception de son « strobodyne » qui apparaît ainsi comme le plus logique montage obtenu avec les lampes à 3 électrodes, en changeur de fréquence.

LAMPE A DEUX GRILLES, UTILISÉE COMME TRANSFORMATEUR DE FRÉQUENCE.

La lampe est montée en génératrice d'oscillations, selon le schéma de la figure 9 ; la grille intérieure est reliée à un circuit oscillant réglable qui produit des oscillations de fréquence f_1 par l'effet de la réaction du système d'inductances V convenablement couplées. La grille extérieure recueille la force électromotrice de fréquence f_2 et le circuit oscillant de moyenne fréquence est intercalé dans le circuit de la plaque.

Si l'on se contentait de déduire l'équation du courant plaque dans la lampe bigrille des caractéristiques statiques, on aurait une idée bien fausse du phénomène et l'on serait amené à confondre une lampe à deux grilles avec deux lampes séparées.

On pourrait même démontrer l'infériorité de la lampe bigrille. Or, l'expérience prouve l'inverse. Cela provient de ce que cette dernière lampe est un générateur d'oscillations et que l'amplitude de ces oscillations dépend considérablement du potentiel de la deuxième grille. C'et là que réside le véritable effet dit « relais ». Une seule phrase caractérise le phénomène : *l'énergie à amplifier module le générateur d'oscillations.*

Voici les considérations qui amènent à cette conclusion.

L'équation du circuit plaque de la lampe bigrille est de la forme :

$$V_A + K_1 u_1 + K_2 u_2 + \rho i_p = 0$$

en désignant par V_A la tension de la batterie de plaque ; K_1 et K_2 les coefficients d'amplification des grilles g_1 et g_2 ; u_1 et u_2 les tensions appliquées sur les grilles en prenant pour origine le négatif du filament ; i_p le courant de plaque et ρ la résistance totale du circuit de plaque. Si les tensions u_1 et u_2 sont sinusoïdales, on peut écrire :

$$1_p = \frac{1}{\rho}$$

$$[V_A + K_1 U_1 \sin \omega_1 t + K_2 U_2 \sin \omega_2 t]$$

Quand la lampe bigrille oscille, on constate que la tension maxima u_1 est fonction de u_2. Nous avons tracé la courbe u_1 en fonction de u_2 et, pour ceci, nous avons emprunté à M. Bedeau son élégante méthode d'opposition. Nous avons trouvé une droite (fig. 10) dont l'équation peut s'écrire :

$$u_1 = U_0 + \alpha u_2$$

U_0 étant la tension maximum sur la grille g_1 lorsque u_2 est nul. On a effectué ainsi la mesure délicate de α en courant alternatif, de haute fréquence : α est de l'ordre de 1 à 3 pour des bigrilles du commerce.

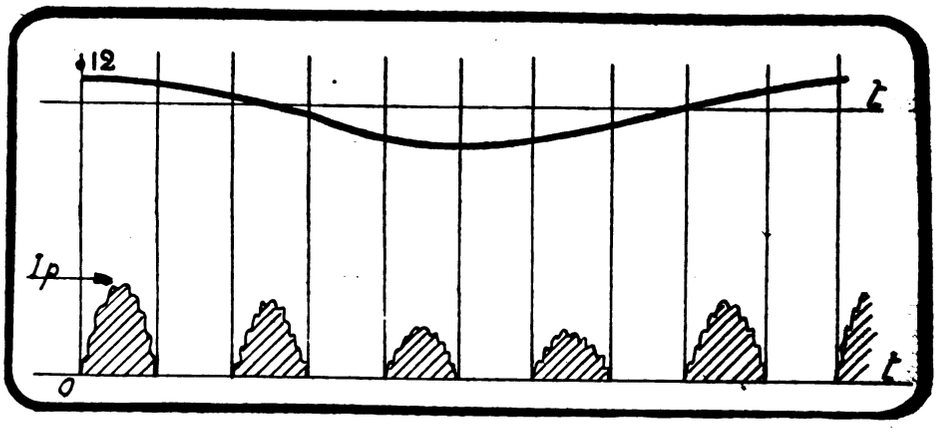


Fig. 11.

Digitized by Google

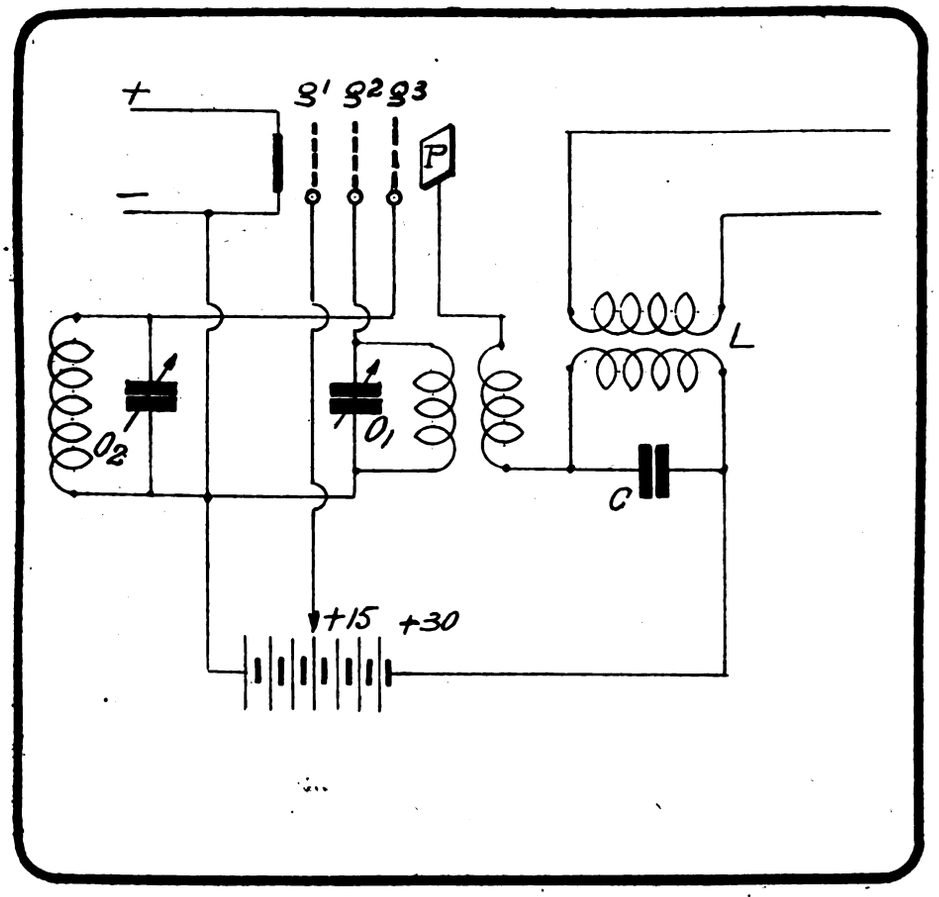


Fig. 12.

L'équation (3) se transforme donc comme il suit :

$$i_p = \frac{1}{\rho}(V_A + K_1U_0 \sin \omega_1 t + \quad (3)$$

$$K_1 \alpha U_2 \sin \omega_2 t \sin \omega_1 t + K_2U_2 \sin \omega_2 t)$$

Le terme en $U_2 \sin \omega_1 t \sin \omega_2 t$ différencie le phénomène de celui étudié dans la théorie précédente et il n'est pas négligeable, car son coefficient est de beaucoup supérieur au terme en $\sin \omega_2 t$.

De plus, fait nouveau, la fréquence $f_1 - f_2$ apparaît sans détection complémentaire dans la tension anodique, car on a :

$$\sin \omega_1 t \sin \omega_2 t = \frac{1}{2}$$

$$\cos (\omega_1 - \omega_2) t - \frac{1}{2} \cos (\omega_1 + \omega_2) t$$

Le courant de plaque qui, ne l'oublions pas, ne peut être que positif, a pour expression :

$$i_p = \frac{1}{\rho}\Big[V_A + K_1U_0 \sin \omega_1 t + \frac{K_1 \alpha U_2}{2} \cos (\omega_1 - \omega_2) t - \frac{K_1 \alpha U_2}{2} \cos (\omega_1 + \omega_2) t + K_2U_2 \sin \omega_2 t\Big] \quad (4)$$

Le terme en $\sin \omega_1 t$ a, de beaucoup, la plus grande amplitude et, dès qu'il est légèrement négatif, le courant i_p s'annule. Donc, sensiblement à chaque intervalle de temps égal à $\frac{1}{2f_1}$ le courant i_p devient nul pendant à peu près le même temps. M. de Mare a confirmé notre déduction en observant le courant i_p à l'oscillographe cathodique et l'a trouvé pratiquement figuré par des demi-sinusoïdes positives de la forme $\sin \omega_1 t$. L'amplitude du terme en $\sin \omega_2 t$ est petite à côté du terme en $\sin \omega_1 t \cdot \sin \omega_2 t$. Toutefois, si l'on voulait tenir compte de son action, on s'apercevrait qu'elle correspond à une augmentation dans l'équation (4) de la valeur des termes en $(\omega_1 - \omega_2) t$.

En *pratique*, le courant du circuit de plaque a pour valeur, dans les intervalles positifs :

$$i_p = \frac{i}{\rho}[V_A + M \sin \omega_1 t + N \cos (\omega_1 - \omega_2) t - P \cos (\omega_1 + \omega_2) t] \quad (5)$$

L'interruption à la fréquence f_1 du courant de plaque apparaît donc comme un *phénomène accessoire*, qui n'intervient pas dans la formation de la fréquence : $f_1 - f_2$. Elle a surtout pour effet de diviser par 2 la puissance disponible dans le circuit à moyenne fréquence ; c'est donc bien à tort qu'on a attribué à ces interruptions gênantes le rôle principal dans la formation de la fréquence F, par analogie avec ce qu'on observe dans le cas du détecteur.

Le circuit oscillant placé sur le circuit de plaque reçoit donc une série d'impulsions de fréquence f_1 de même signe. On retrouve là, le même fonctionnement de ce circuit que dans le cas étudié pour le détecteur ; l'inductance L est parcourue par un courant continu dans le cas où l'oscillation de fréquence f_2 n'intervient pas. Lorsque l'oscillation incidente intervient, le courant i_2 peut s'exprimer par les relations suivantes :

$$i_2 + CR \frac{di_2}{dt} + CL \frac{d^2i_2}{dt^2} = \frac{1}{\rho}$$

$$[V_A + M \sin \omega_1 t + N \cos (\omega_1 - \omega_2) t - P \cos (\omega_1 + \omega_2) t]$$

pour les intervalles de temps pendant lesquels le deuxième membre est positif, et par :

$$i_2 + CR \frac{di_2}{dt} + CL \frac{d^2i_2}{dt^2} = 0$$

pour les autres intervalles.

On se rend compte de suite où ce calcul peut entraîner pour savoir ce qui se passe après une vingtaine d'oscillations... Nous nous en sommes tenus à l'examen qualitatif du phénomène et à la vérification par l'oscillographe cathodique.

On a vu que le courant continu i_2 dans l'inductance L était proportionnel à l'ordonnée moyenne des surfaces correspondant aux oscillations de fréquence f_1.

Si l'on faisait varier assez lentement les valeurs successives de ces aires, le courant i_2 suivrait ces variations. Or, nous savons que le courant i_p est composé de plusieurs termes, dont l'un de très grande amplitude en $\sin \omega_1 t$ est accompagné de deux autres plus petits en $\cos (\omega_1 - \omega_2) t$ et en $\cos (\omega_1 + \omega_2) t$.

Le terme en $(\omega_1 + \omega_2) t$ de fréquence encore plus élevée que f_1 ne changera pas la valeur moyenne de i_2 *considérée sur un temps suffisamment long*, mais le terme de fréquence relativement très basse en $(\omega_1 - \omega_2) t$ va augmenter lentement l'aire des surfaces $\int i_2 dt$ pour des valeurs de $\cos (\omega_1 - \omega_2) t$ positives et la diminuera pour des valeurs négatives (fig. 11).

Le courant i_2 suivra ces variations de fréquence $f_1 - f_2$, si L et C ne sont pas trop grands, et l'amplitude des variations de i_2 pourra devenir très grande si le circuit oscillant a précisément pour fréquence propre $f_1 - f_2$.

Il suffira de recueillir par exemple, par induction ces oscillations de fréquence $f_1 - f_2$, reconstituées par

Digitized by Google

le circuit oscillant, après le hachage nuisible dû au fonctionnement de la lampe en génératrice, et de les amplifier ensuite par des moyens connus pour réaliser un transformateur de fréquence nettement différent de celui décrit au début de cette note ; car, d'une part, l'amplitude des battements ne dépend plus des fréquences composantes et, d'autre part, sa limite de sensibilité paraît supérieure : en effet, dans le premier cas, la puissance disponible, dans le circuit de moyenne fréquence, pouvait être au plus égale à la moitié de la puissance reçue par le collecteur d'ondes, alors que dans la lampe bigrille cette faible puissance module le générateur d'oscillations, ce qui rend possible un nouvel effet d'amplification et, théoriquement, la puissance disponible dans le circuit de moyenne fréquence peut n'être limitée que par la puissance de l'oscillateur local.

EXTENSION DE CES CONSIDÉRATIONS A LA TRIGRILLE.

En examinant les équations 4 ou 5 on s'aperçoit que la grandeur du terme en $(\omega_1 - \omega_2)t$, c'est-à-dire celle de la tension moyenne fréquence recueillie, est inversement proportionnelle à ρ, résistance totale filament-plaque. Si donc, *toutes choses égales d'ailleurs*, on peut diminuer ρ, on gagnera en sensibilité. L'adjonction d'une grille accélératrice g_1 permet, dans le montage figure 12, d'atteindre ce résultat. L'obtention du maximum de l'expression : $\frac{K_1 \alpha}{\rho}$ conditionne l'établissement des trigrilles de modulation, et les constructeurs de lampes commencent à en tenir compte.

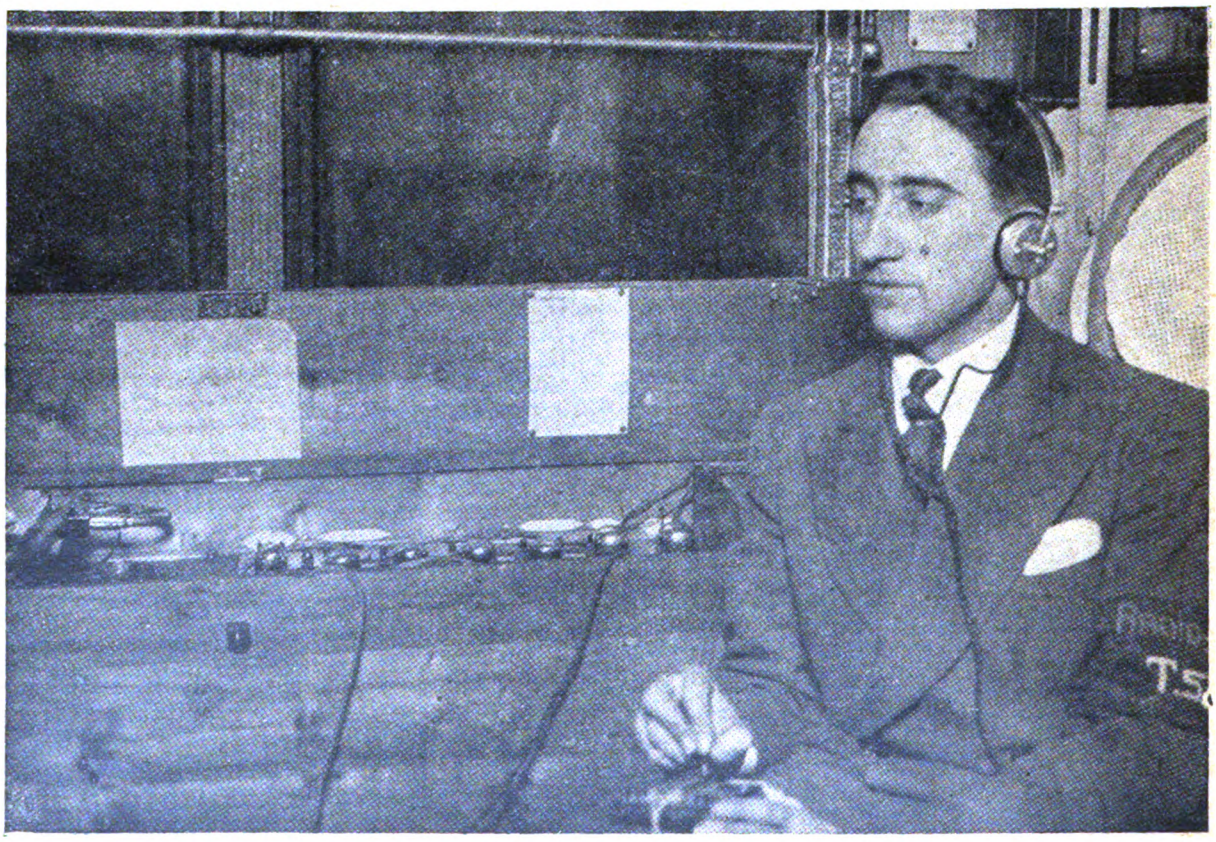
On remarque, d'autre part, avec la trigrille, que le courant moyen « plaque » ne varie pas sensiblement lorsqu'on fait osciller la lampe ; on peut en déduire, étant donnée la faible longueur de la partie rectiligne de la caractéristique, dans les conditions d'emploi, que le courant plaque ne *s'annule* pas durant la demi-alternance négative de sin $\omega_1 t$. La fonction modulatrice existe donc pendant un *temps plus long* qu'avec la bigrille et l'énergie disponible dans le circuit moyenne fréquence s'accroît de ce fait.

L'expérience montre un gain très net de sensibilité sur la bigrille en adoptant, bien entendu, les impédances et les couplages des circuits à la lampe choisie.

Nous avons trouvé d'autres avantages qui ont donné leur mesure dans notre montage « TRISODYNE ». C'est la possibilité de diminuer considérablement la valeur de la self de réaction insérée dans la plaque, amélioration rendue possible par la facilité d'accrochage des oscillations dans une lampe à faible résistance interne et à grand coefficient. Il en résulte qu'on évite à peu près les phénomènes de « bloquage d'oscillations » constatés avec les bigrilles et qu'on peut réaliser avec une sécurité complète la transformation des ondes courtes de 25 mètres, par exemple, en ondes de 6.000 mètres sans passer par l'intermédiaire d'une fréquence supplémentaire.

La grille accélératrice offre, par ailleurs, dans le cas du chauffage en alternatif, des avantages dont l'exposé sortirait du cadre de cet article.

R. BARTHÉLEMY,
Ing. E. S. E.



Paris, 8 février 1930. — Inauguration d'un train radiotéléphonique par les Chemins de fer de l'État, sur le trajet de Paris à Rouen.

LE POSTE RÉCEPTEUR A BORD DU TRAIN.

Digitized by Google

L'EMISSION

L'alimentation totale des émetteurs par le secteur alternatif

L'ALIMENTATION totale d'un circuit d'émission quelconque par le secteur alternatif peut être assurée plus facilement encore que celle d'un récepteur; les principales directives restent les mêmes dans les deux cas, seuls les voltages mis en jeu et les caractéristiques des différents organes subissent des modifications.

CIRCUIT DE CHAUFFAGE

Pour substituer à la batterie de chauffage un transformateur-abaisseur qui fournira la tension nécessaire sous le débit exigé par la lampe, il suffit de modifier très légèrement le câblage de l'appareil : le retour de grille qui s'effectuait auparavant au filament, doit être connecté à une borne spéciale elle-même réunie à une prise médiane prévue sur le secondaire du transformateur-abaisseur (fig. 1). Mais cette prise peut ne pas être exactement médiane pour différentes raisons (organe d'un prix modique, rhéostat dans le circuit de chauffage, etc.), ou même faire défaut. Dans ces cas, on utilise un potentiomètre : les extrémités de l'enroulement résistant sont branchées en *a* et *b* et le retour de grille s'effectue au curseur mobile (point *c*).

Les deux condensateurs C_1 et C_2, facilitant le passage de la H.F., n'ont que quelques millièmes de µF et sont du type réception, car ils ne supportent que quelques volts. Le retour de grille au curseur d'un potentiomètre, introduit un réglage supplémentaire, mais présente de l'intérêt dans certains cas : émission en téléphonie, rhéostat important dans le circuit de chauffage, utilisation de lampes ayant des caractéristiques différentes, etc.

Le retour de grille peut également être branché au point central d'une résistance fixe (« center tap » des Américains), montée en parallèle sur le filament et d'une valeur quelconque, pas trop faible cependant, pour que l'énergie supplémentaire empruntée au transformateur soit négligeable vis-à-vis de la consommation de la lampe.

Potentiomètre ou résistance peuvent encore être remplacés par deux petites lampes à incandescence du modèle dit « brûle-parfum », montées en série et entre lesquelles est branché le retour de grille. Nous préférons personnellement la « center tap » bobinée,

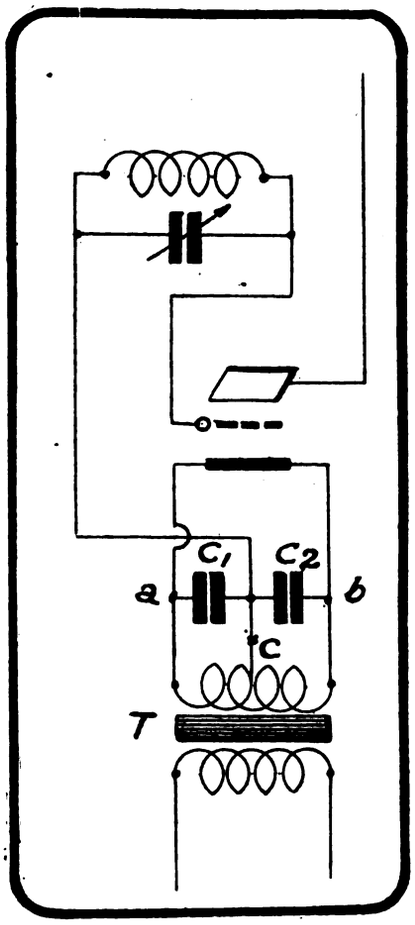


Fig. 1.

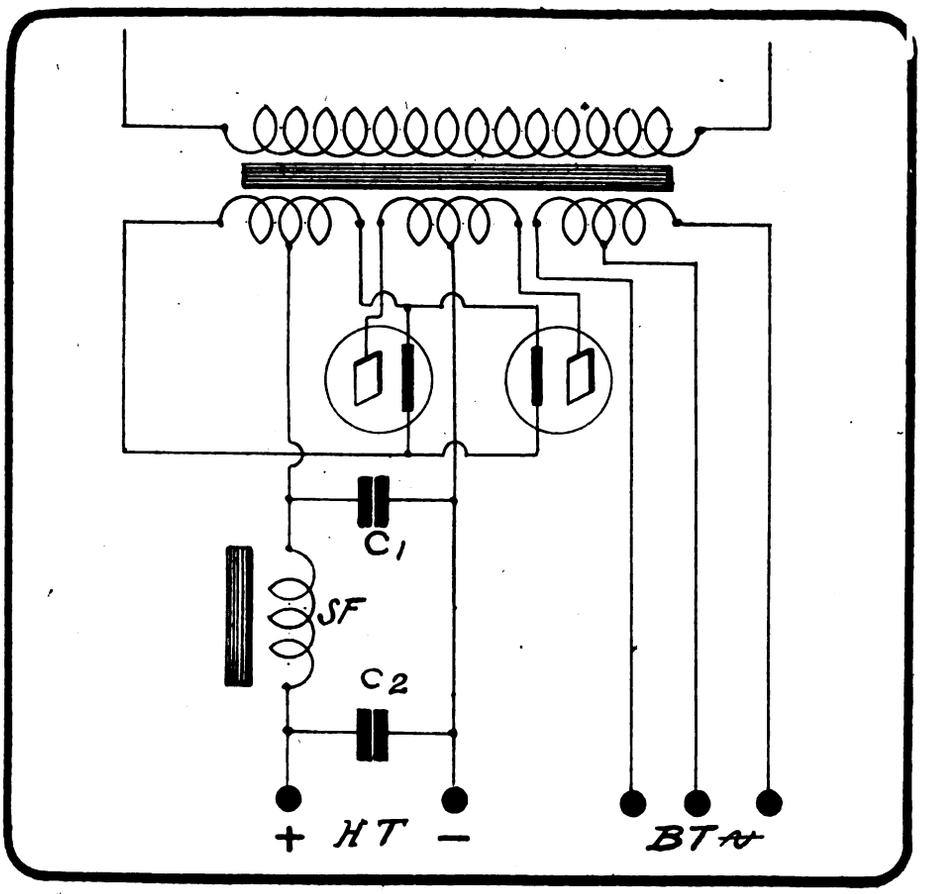


Fig. 2.

Digitized by Google

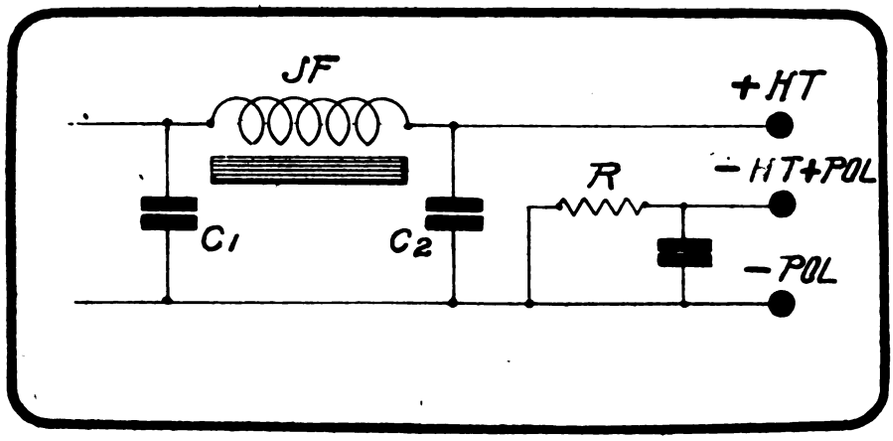


Fig. 3.

car elle permet au besoin de modifier la position de la prise et de supprimer ainsi un léger bourdonnement qui pourrait subsister.

L'amateur devra veiller à ce que le système choisi (potentiomètre, résistance à prise médiane, pont à lampes, etc.) soit disposé le plus près possible de la lampe intéressée, il peut être même prévu en parallèle sur les deux bornes « filament » du support de lampe.

Suivant la fonction du tube (oscillateur, amplificateur, modulateur, etc.), la grille de celui-ci pourra être polarisée ou comporter en série une résistance shuntée, absolument comme si le filament était alimenté par une batterie.

TENSION DE PLAQUE

Parmi les différents procédés qui permettent de redresser le courant alternatif élevé que l'on destine à la plaque, il n'y en a guère que deux auxquels puisse faire appel l'amateur: la soupape électrolytique dont nous avons parlé dans le numéro 65 et la valve à deux électrodes.

La soupape, bien montée, est d'une efficacité certaine, mais offre des inconvénients assez graves : encombrement, surveillance, nettoyages périodiques, etc. ; par contre son prix de revient est bas.

La valve, qui tend de plus en plus à s'imposer, oppose à un prix d'établissement plus élevé tous les avantages que l'on peut désirer. Elle est absolument idéale pour l'obtention de tensions moyennes n'excédant pas 400 à 450 volts sous un débit de l'ordre d'une centaine de milliampères, car les types remplissant ces conditions sont courants, peu onéreux d'achat, robustes et d'une longue durée.

Le schéma le plus habituellement utilisé, est donné par la figure 2. Permettant de redresser les deux alternances, il exige un transformateur de H.T, à prise médiane et un second transformateur assurant le chauffage de la ou des valves. Pratiquement, on utilise un transformateur à deux secondaires distincts, soigneusement isolés l'un de l'autre, ce qui réduit l'encombrement et abrège le câblage. Très souvent même (cas de la fig. 2), un troisième enroulement secondaire fournit le chauffage de la ou des lampes émettrices. Suivant le voltage et l'intensité du courant de H.T. redressé que l'on désire obtenir, on peut faire appel soit à une valve biplaque, soit à deux diodes. Une biplaque sera en général suffisante pour des courants de l'ordre de 200 à 350 volts maximum, sous 30 à 50 M.A; pour des intensités et voltage plus élevés, on préférera deux valves monoplaques. Dans le cas d'une valve à deux plaques, il est évident que le schéma ne subit aucune modification : un seul support à quatre douilles remplacera les deux supports de la figure 2.

Dans le schéma de la figure 2, redressant les deux alternances, chaque moitié de S.2, doit donner un voltage sensiblement égal à celui maximum que peut supporter la lampe oscillatrice (ou les lampes de l'émetteur), courant augmenté de la chute de tension approximative dans la valve et dans la self du filtre.

Le courant redressé est filtré par une cellule en π constituée par une self SF et deux condensateurs. Ces condensateurs seront choisis isolés au triple de la tension maximum qu'ils sont appelés à supporter (cette tension maximum est entendue redresseur en fonctionnement, circuit d'utilisation éteint ou débranché) et de plusieurs μ.F chacun. La self SF devra être prévue pour une intensité beaucoup plus forte que celle nécessitée normalement si on veut diminuer la chute de tension et obtenir un filtrage satisfaisant.

Différentes tensions intermédiaires pourront être obtenues au moyen de résistances, comme dans un montage destiné à l'alimentation d'un récepteur, toutefois, en raison de l'intensité plus élevée circulant dans les différents circuits d'un poste émetteur, on veillera à ce que ces résistances (type bobiné) soient susceptibles de laisser passer normalement le débit envisagé.

TENSIONS DE POLARISATION

La ou les tensions de polarisation seront empruntées au courant redressé et filtré destiné à la plaque comme il est habituel de le faire pour un « eliminator » de réception. Le calcul de la résistance R est absolument identique à celui des résistances destinées à fournir des tensions intermédiaires positives. R peut être prévue variable, à plots ou à prises; la tension disponible à ses bornes (+ et — Pol.) restera constante, tant que le débit H.T. restera lui-même invariable, en dépit du nombre de prises intermédiaires effectuées sur cette résistance.

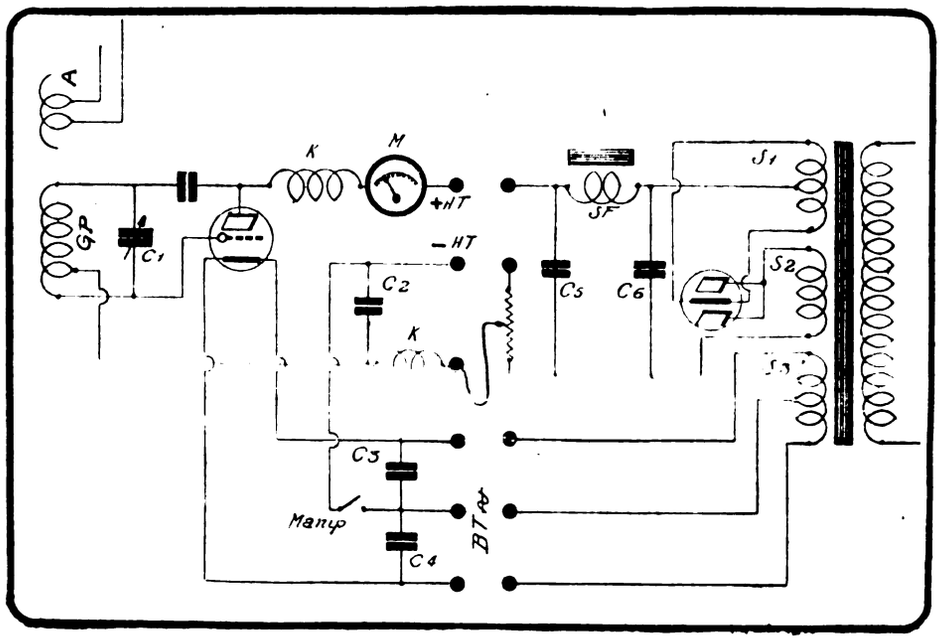


Fig. 4.

Digitized by Google

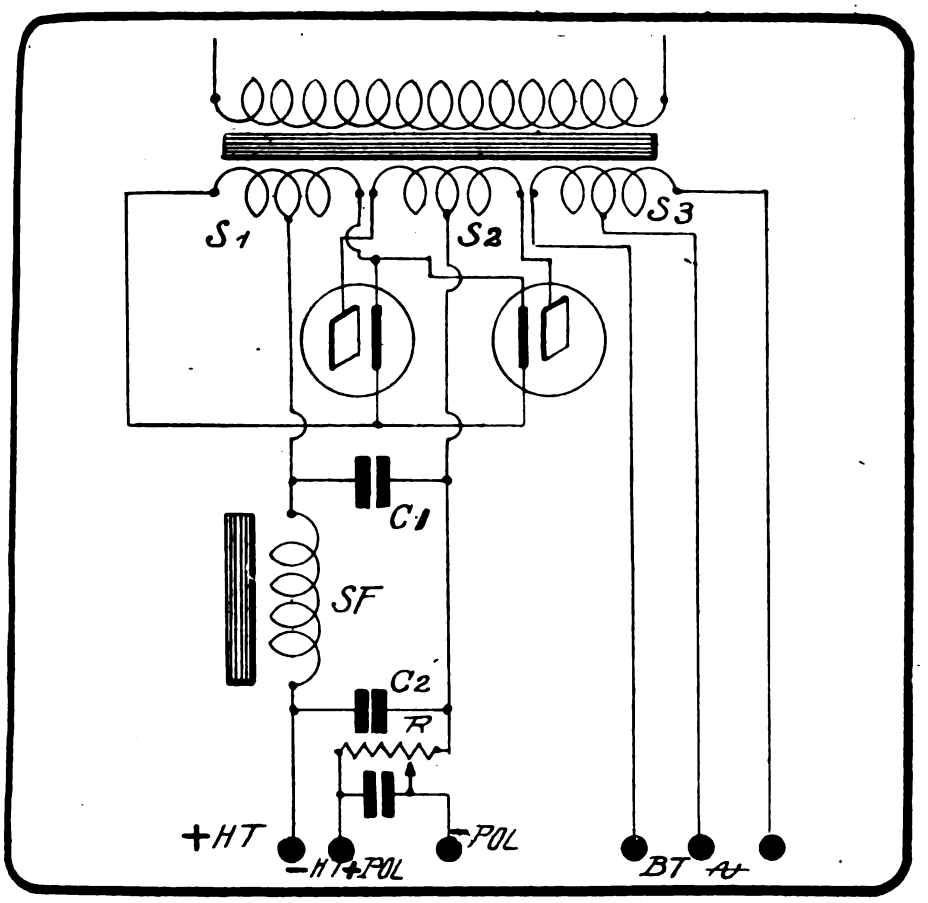


Fig. 5.

« ÉLECTRIFICATION » COMPLÈTE D'UN ÉMETTEUR.

Généralement il est possible de bloquer dans un seul montage d'un encombrement réduit les trois circuits d'alimentation, filament, plaque et grille : on peut le faire d'autant plus facilement qu'il s'agit d'un montage simple et de faible puissance. Nous en donnons des exemples ci-dessous :

Réalisation d'un émetteur radiotélégraphique de faible puissance.

(5 *watts alimentation*)

Le petit émetteur représenté à la figure 4 est un Hartley alimentation parallèle, utilisant comme lampe oscillatrice, un tube récepteur B.F., type D.9 Fotos, DY.604 Métal, U.418 Zénith, etc.). Le système d'alimentation fournit à la plaque de cette lampe une tension continue pure de 170 à 180 volts, avec une polarisation maximum de la grille, d'une vingtaine de volts (ajustable).

Le transformateur d'alimentation comporte trois secondaires et le redressement est obtenu par une valve biplaque dont les deux anodes sont connectées en parallèle (redressement d'une seule alternance).

Les caractéristiques de ce circuit sont les suivantes :

Lampe oscillatrice : type B.F. réception, fil. 4, volts sous 0,1 amp., plaque 150 à 200 volts max. ;

G.P : Self du circuit oscillant pour λ : 20, 40 ou 80 m. ;

A : Self d'antenne.

C_1 : 0,25/1.000 ;

K : Chocs H.F. ;

M : Milliampèremètre de 0 à 100 ;

C_2 : 2/1.000 ;

C_3-C_4 : 3/1.000 ;

T : transformateur à 3 secondaires

S_1 : 2 + 2 = 4 volts 1 amp. ;

S_2 : 275 volts 50 M.A. ;

S_3 : 2 + 2 = 4 volts 0,2 amp. minimum.

V : valve biblaque filament 4 volts 1 amp. tension anodique maximum 300 volts (R.4.100 Zenith. B. 20, B.80 Cyrnos, RGN. 1.504 Telefunken, etc.).

Les deux plaques sont connectées en parallèle.

C_5 : 6 M.F. isolé à 1.000 volts ;

C_6 : 10 M.F. isolé à 1.000 volts ;

R : 5 à 600 ohms 40 à 50 M.A. ;

SF : 50 henrys prévue pour intensité normale de 50 M.A. et max. de 90 M.A.

Dans le schéma de la figure 4 nous avons placé le manipulateur dans la liaison H.T.-filament ; lorsqu'il est levé, le redresseur-filtre travaillant à vide, les capacités C_4 et C_5 supportent la tension maximum (pointes) et peuvent, de ce fait, être détériorées. Pour éviter tout risque de claquage, il suffit de

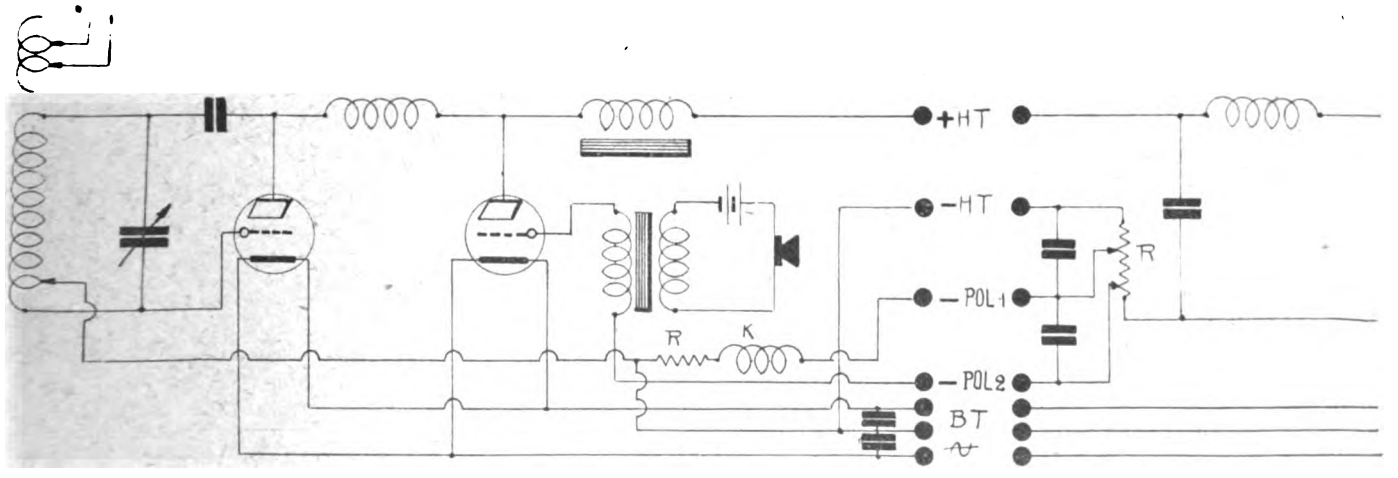


Fig. 6.

Digitized by Google

disposer une forte résistance (3 à 500.000 ohms) en shunt sur les deux pôles de la H.T. Le courant absorbé par cette résistance étant pour ainsi dire nul, la tension disponible ne sera pas affectée. Un voltmètre H.T. peut, du reste, remplir le même but d'une façon plus élégante.

Réalisation d'un émetteur de puissance moyenne

(10 *watts*).

Il est aussi facile de prévoir le même schéma pour une puissance plus forte de l'ordre de 10 à 15 watts. Le circuit oscillant sera absolument identique à celui de la figure 4, seule la lampe utilisée sera un tube pour amplifications B.F. puissantes et émission : 6 à 7,5 volts à la plaque ; 400 volts au filament (types CL.1257 Métal, W.10 M. Zénith, RV.218 Telefunken, UX.210 Radiotron, etc.). Cette lampe sous la tension anodique normale (380 à 400 volts), absorbant de 35 à 50 M.A. à la plaque, le circuit d'alimentation sera réalisé comme l'indique la figure 5. Les valves monoplaque employées absorbent environ 1 ampère au filament sous 4 à 6 volts, elles doivent pouvoir débiter 60 à 80 M.A. maximum en courant redressé. Les caractéristiques du transformateur T sont les suivantes :

Sec. S_1 : 2 + 2 = 4 volts 2 amp. (6 ou 8 volts avec certains types);

Sec. S_2 : 2 × 550 volts 0,1 amp. (2 × 500 0,1 amp. peut suffire);

Sec. S_3 : 2 × 4 volts = 8 volts 2,5 amp. (permet d'alimenter 2 lampes du type CL. 1257).

ÉMETTEUR-TÉLÉPHONIE

Enfin nous donnons figure 6, le schéma d'un émetteur-téléphonie « modulation choc system », utilisant deux lampes de 10 watts. Deux tensions de polarisation distinctes sont prévues, l'une d'une quarantaine de volts pour la modulatrice (P. 2), l'autre d'une dizaine seulement pour l'oscillatrice (en série avec une résistance de 10.000 ohms environ).

Les caractéristiques du circuit d'alimentation sont les suivantes :

S_1 : 4 volts 2 amp. à prise médiane ;

S_2 : 1.100 volts 0,1 amp. à prise médiane ;

S_3 : 8 volts 2,5 amp. à prise médiane ;

SF : 50 henrys 150 M.A (200 à 250 M.A. max.) ;

R : 4 à 700 ohms à prises ou mieux 1.000 ohms max., variable à deux prises ;

C_1 : 10 M.F. isolé à 1.500 volts minimum ;

C_2 : 8 M.F. isolé à 1.500 volts minimum.

Avant de terminer nous devons attirer l'attention de l'amateur sur les nouvelles lampes d'émission types 5 et 10 watts, à filament thorié et à tension de plaque réduite (250 à 400 volts). Ces tubes utilisés habituellement pour l'amplification phonographique de puissance sont du type à chauffage direct : le filament, de section assez importante (parcouru par un courant de 6 à 7,5 volts sous 1,25 amp.), est pratiquement insensible aux variations d'alternances et, en outre, une baisse de chauffage n'a qu'une très faible répercussion sur le débit-plaque.

André PLANÈS-PY.
F8EI

Paris, 8 février 1930. — Inauguration d'un train radiotéléphonique, sur le trajet de Paris à Rouen.

De gauche à droite : MM. LE TROCQUER ET GERMAIN MARTIN, MINISTRE DES P. T. T., MUNIS DE LEUR CASQUE D'ÉCOUTE, AU DÉPART DU TRAIN.

Digitized by Google

TELEVISION

La télévision en Grande-Bretagne

Si l'on veut bien comprendre toute l'importance de la décision prise par la British Broadcasting Corporation et par la Baird Television Co. de changer les heures de télévision de la station de Brookman's Park, 2LO, il nous faut remonter à quelques mois en arrière, et prendre comme point de départ le moment où la Baird Company a engagé des pourparlers avec le Post Master General, pour procéder à des essais de télévision pratique.

Un document, qui aura plus tard une grande valeur historique, est la lettre par laquelle le Post Master General, c'est-à-dire le Ministre des P.T.T. britannique, fait connaître son opinion sur la question à la Baird Television Development Company. Elle est datée du 27 mars 1929, et adressée au secrétaire de cette dernière société. Elle a été reproduite dans le *Times* du 28 mars 1929, et j'en donne ici même la traduction :

« Monsieur,

« Le Post Master General a examiné les résultats de la récente démonstration de télévision, en coopération avec la British Broadcasting Corporation et ses conseillers techniques ; il est arrivé aux conclusions suivantes, qui concordent d'une façon générale avec les opinions de ceux qui ont assisté à la démonstration : La démonstration a montré que le système Baird était capable à cette occasion de reproduire avec suffisamment de clarté, pour qu'ils puissent être reconnus, les traits et les mouvements des personnes qui posaient dans ce but au point de transmission. Il n'est pas pour le moment pratique de reproduire simultanément plus de deux ou trois personnes, ou de donner une scène ou un spectacle qui ne puisse tenir dans un espace de quelques pieds, et dans le voisinage même de l'appareil de transmission.

« Dans l'opinion même du Post Master General, le système représente une réalisation scientifique notable ; mais il ne croit pas que dans l'état actuel de son développement la télévision puisse être introduite dans le programme et aux heures de radiodiffusion. Il appuie son opinion non pas tant sur la qualité de la reproduction, que l'on peut compter voir s'améliorer à la suite de nouvelles expériences, que sur la limitation actuelle des objets qui peuvent être reproduits.

Le Post Master General désire cependant que des facilités soient accordées, autant que cela ne gênera pas le service de radiodiffusion, pour faire des expériences continues et progressives avec l'appareil Baird, et il permet qu'une station de la British Broadcasting Corporation soit utilisée dans ce but en dehors des heures de radiodiffusion. Il est bien entendu que la Corporation agréera à ceci, pourvu que des conditions satisfaisantes soient conclues entre la Corporation et la Baird Company.

« Il sera probablement indispensable que certaines démonstrations expérimentales de télévision soient accompagnées de la radiodiffusion de la parole, et en conséquence deux longueurs d'onde et deux émetteurs seront nécessaires. Il ne sera pas possible de trouver un second émetteur dans un quartier convenable pour éviter les interférences avec les importants services de T.S.F. de Londres Central avant l'achèvement de la nouvelle station de la British Broadcasting Corporation à Brookman's Park, que l'on escompte pour le mois de juillet. Entre temps, il est nécessaire que la Compagnie Baird ouvre des négociations avec la Corporation en ce qui concerne les accords financiers et autres qui pourraient être nécessaires, et il serait probablement à son avantage d'entamer des discussions, en ce qui concerne la partie technique, avec l'ingénieur en chef de la Corporation.

« Afin de trouver place pour le service de télévision dans les heures de radiodiffusion, il sera probablement nécessaire pour la reproduction en télévision d'utiliser des longueurs d'onde en dehors de la bande actuellement consacrée à la radiodiffusion de la parole. Ces bandes, comme vous le savez certainement, sont déjà très prises, et il est important, par conséquent, que la Compagnie Baird fasse ses expériences sur une bande de longueurs d'ondes beaucoup plus faible, qui vous sera notifiée en temps voulu.

En conclusion, il est nécessaire d'insister sur ce point qu'en accordant des facilités pour des démonstrations expérimentales auxquelles le public peut, s'il le désire, prendre part, ni le Post Master General, ni la British Broadcasting Corporation n'acceptent aucune responsabilité en ce qui concerne la qualité de la transmission ou les résultats obtenus. Le but de ces démonstrations est de fournir à la Baird Co. de plus amples occasions qu'elle n'en a à présent de développer les possibilités de son système de télévision, d'en étendre son champ, et d'améliorer la qualité de la reproduction. La Compagnie Baird ne sera pas empêchée de vendre ses appareils à quiconque désire en acheter, mais il est bien entendu que l'acheteur les achète à ses propres risques à un moment où le système n'a pas atteint un point suffsamment avancé pour qu'on puisse lui garantir une place dans les programmes de radiodiffusion.

« Je suis, monsieur, votre obéissant serviteur,

« Signé : G. E. P. MURRAY,
« *General Post Office.* 27 *mars.* »

Cette lettre est intéressante à bien des points de vue.

Aux spécialistes du droit radiotélégraphique, qui est loin d'être encore rédigé, et qui se forme au jour le jour, elle offrira certainement matière à méditation, mais, si intéressant que soit ce point de vue, je dois le passer pour m'arrêter davantage à ce qui est la partie dont je m'occupe.

Elle constitue en effet comme un procès-verbal de la situation de la télévision en Grande-Bretagne au 27 mars 1929.

Dans la première partie de la lettre, le Post Master General fait scrupuleusement noter le point atteint dans la réalisation pratique, c'est-à-dire la télévision de quelques personnages qui sont inclus dans un espace de quelques pieds.

Je vais préciser davantage, ayant assisté moi-même aux expériences qui étaient faites à ce moment.

On pouvait alors téléviser un homme, vu de la tête à la ceinture, et occupant à la réception sur l'écran environ la dimension d'une carte postale ordinaire ; bien entendu, ce personnage pouvait être remplacé par deux ou trois autres, mais les dimensions de chacun d'eux se trouvaient réduites, puisque leurs images simultanées et contiguës devaient tenir sur le même écran.

Pour donner une idée plus précise des résultats obtenus, je citerai ce fait : je me trouvais devant l'appareil récepteur, devant le téléviseur, un des expérimentateurs était télévisé, et j'entendais en même temps sa voix ; à un moment donné, il me demanda si je voulais savoir l'heure, et il sortit sa montre de son gousset ; je pus ainsi lire l'heure.

Un ingénieur qui se faisait téléviser ensuite répéta la même expérience, mais présenta le cadran de sa montre, 6 heures en haut, midi en bas ; la su-

Digitized by Google

percherie fut immédiatement découverte, et l'heure lue cependant.

On voit ainsi poser dans cette lettre d'importantes questions, et de nouveaux problèmes que suscitent ces expériences, et que nécessitera un service régulier de télévision.

De quelles longueurs d'onde la télévision aura-t-elle besoin ?

De quelles longueurs d'ondes pourra-t-elle disposer ?

A la première de ces questions, on peut répondre, dans l'état actuel de nos connaissances, que le problème se décompose en deux parties :

Quelles sont les longueurs d'ondes les plus favorables à la télévision prespremment dite ?

Quelles sont les longueurs d'ondes nécessaires à la transmission simultanée de la parole ?

La première partie a déjà éveillé des polémiques d'ordre technique; quant à la seconde, l'Union Internationale de Radiophonie aura évidemment à dire son mot, car le Plan de Prague, auquel nous nous conformons actuellement, a été établi avec assez de difficultés déjà, lorsque la télévision n'était encore qu'à l'état d'expérience de laboratoire.

La seconde question relève également des autorités qui auront à modifier le Plan de Prague.

Retenons donc ceci, simplement ; le 27 mars 1929, en Grande-Bretagne, le Post Master General, qui a la haute surveillance sur tous les moyens de communication, décide, à la suite d'expériences préliminaires, de permettre de passer à une nouvelle série d'expériences, exécutées hors du laboratoire. Il le fait en dégageant sa responsabilité entière, cela est entendu, mais on peut quand même marquer cette date.

La station de Brookman's Park et la télévision.

Dans cette lettre du secrétaire du Post Master General, nous trouvons encore une indication, qui mérite d'être retenue, et qui a en fait une application plus générale que celle du cas de la télévision. Il s'agissait, en effet, pour pouvoir procéder aux expériences, de posséder des stations d'émission convenables, c'est-à-dire disposant de deux longueurs d'onde et qui ne risquent pas d'être interférées par les émissions des services commerciaux ou officiels de Londres Central.

D'une façon beaucoup plus générale, il est nécessaire, aussi bien pour la radiodiffusion ordinaire que pour la télévision, que les stations d'émission soient situées non seulement en dehors des zones où l'interférence avec d'autres émissions est possible, comme c'est le cas lorsque plusieurs stations d'émission sont concentrées dans une grande ville, mais encore de faire partir les émissions d'un point en dehors des grosses agglomérations, toujours sièges de phénomènes électriques puissants, courants d'induction dus aux trains électriques souterrains, etc.

Or, au moment où les pourparlers s'engageaient entre le Post Master General et la Société de télévision, les émissions de la British Broadcasting Corporation se faisaient de Londres même, d'un poste situé en plein cœur de la ville, à Oxford street, à deux pas d'Hyde Park.

Les inconvénients de cette station ainsi située avaient été déjà maintes fois signalés et, pour les éviter, la B.B.C. avait fait construire une station nouvelle, située à Brookman's Park, au nord de Londres, au point le plus élevé entre Londres et York. Cette nouvelle station doit, entre autres propriétés, être caractérisée par une double émission simultanée sur deux longueurs d'ondes différentes. Elle est la première du nouveau plan de radiodiffusion britannique connu sous le nom de *Projet de Radiodiffusion Régionale*. Quatre autres, construites sur le même principe, doivent la compléter.

Mais cette station ne commença ses essais officiels que le 16 septembre 1929 ; ils consistèrent d'abord en la transmission chaque nuit, après la fin des émissions de Londres 2 LO, d'une heure de musique.

Le 30 septembre, la nouvelle station transmit la seconde moitié du programme de Londres.

Enfin, le 21 octobre, Brookman's Park, définitivement installée et équipée, remplaçait pour toujours Londres, et héritait du titre de 2LO et de sa longueur d'onde.

Remarquons toutefois que ce n'est que le 8 décembre 1929 que Brookman's Park a vu commencer les essais avec la deuxième longueur d'onde.

C'est cependant cette station toute neuve de Brookman's Park qui fut désignée pour faire les essais de transmission de télévision.

Les essais antérieurs.

Quelques mots d'explication supplémentaires sont ici nécessaires. car on pourrait se demander si l'on se trouve devant un premier essai de télévision sans fil, et si l'on fait seulement de sortir des expériences de laboratoire.

Evidemment non. La B.B.C. n'eût probablement jamais consenti à ce qu'une quelconque de ses stations fût utilisée pour de premières expériences si des essais antérieurs, ayant obtenu déjà quelques succès, n'avaient été faits. Les émissions actuelles de télévision ont été précédées de transmission par fil et sans fil sur des distances variables, et déjà considérables.

Mr. Clarence Tierney, D. Sc., a le mérite d'avoir recherché et établi la chronologie des transmissions de télévision, qui ont fait époque ; il a publié le résultat de ses travaux dans la revue *Television* (n° 22, décembre 1929) ; le lecteur pourra s'y reporter pour y suivre le détail des événements.

Comme l'histoire de la télévision, branche nouvelle de la télégraphie sans fil, est en train de se faire, et ne sera écrite que plus tard, il est bon dès aujourd'hui d'en noter soigneusement les principales étapes pour éviter toute contestation future, et je ferai appel à l'autorité que je viens de citer pour inscrire ici-même les premières dates intéressantes.

« La première démonstration de la télévision dans l'histoire du monde, dit Mr. Clarence Tierney, a été faite par J.-L. Baird le 27 janvier 1926, à Frith street, Londres. Avant cette démonstration, rien d'autre que la transmission électrique de silhouettes n'avait été réussie.

« Or, il est étonnant de voir combien d'écrivains dans la presse technique ou autre n'arrivent pas à comprendre la différence entre des ombres graphiques et l'image vivante ; un exemple simple la fera saisir, je l'espère. Si une personne est assise dans une chambre éclairée par une bougie allumée sur une table au centre de la pièce, une ombre de cette personne sera projetée sur le mur. Si maintenant nous plaçons un miroir sur le mur, nous n'observerons plus l'ombre mais l'image vivante de cette personne, avec toutes ses graduations de lumière et d'ombre, et ces changements légers de l'expression et des mouvements du visage. Il en va de même de la transmission électrique des ombres, qui est une chose, et de la transmission de l'image vivante que nous appelons télévision. »

L'auteur rappelle ensuite que le Science Museum, qui est situé à South Kensington, et qui contient depuis relativement peu de temps une section consacrée à la télégraphie et à la téléphonie sans fil, a reçu en dépôt l'appareil avec lequel Baird fit sa première transmission de télévision ; cet appareil porte l'inscription suivante:

« Appareil original de télévision
« fabriqué par
« J. L. Baird. »

Ceci est la partie transmission de l'appareil original utilisé par M. J.-L Baird, dans les expériences qui l'ont conduit de la transmission par T. S. F. des silhouettes en 1925 à la réalisation de la télévision véritable, neuf mois plus tard, quand, le 27 janvier 1926, la transmission de visages humains vivants avec leur éclairage, leur ombre, leurs détails, fut démontrée devant les membres de la Royal Institution, ce qui a constitué la première démonstration de la véritable télévision qui ait jamais été donnée.

Dans son numéro du 28 janvier 1926, le *Times* rendait d'ailleurs compte de cette expérience.

« Pour cette démonstration, la tête d'une poupée servit d'image à transmettre ; la figure humaine fut aussi

Digitized by Google

transmise, d'abord à un récepteur situé dans la même salle que l'émetteur, puis à un récepteur portable placé dans une autre salle ; on montra aux spectateurs une réception permettant de reconnaître les mouvements de la tête de la poupée et de la personne qui parlait. L'image transmise fut faible et souvent brouillée, mais confirma la thèse que par le moyen du « télévisor », nom donné par M. Baird à son appareil, il est possible de transmettre et de reproduire instantanément les détails du mouvement, et des choses telles que le jeu des expressions de la physionomie.

Une expérience à grande distance

Jusqu'à présent, toutefois nous ne trouvons que des expériences qui relèvent du laboratoire. Nous allons assister maintenant à un double progrès : augmentation de la distance de transmission, amélioration des images.

La première transmission à grande distance semble bien être celle dont le professeur Jones Taylor rend compte dans la *Nature* du 18 juin 1927, et qui fut effectuée de Londres à Glasgow, en utilisant les lignes téléphoniques.

« L'image était parfaitement stable en position, dit-il, remarquablement exempte de distorsion et ne montra aucun signe des raies, qui se montraient, je crois, dans les premières expériences.

« La dimension de l'image était petite, ne dépassait pas deux pouces de large quand l'objet était le visage d'une personne, et ne pouvait être vue que par quelques personnes à la fois. L'image était suffisamment brillante pour être vue même quand la lumière électrique était allumée dans la salle, et je crois savoir qu'il n'y a aucune difficulté à agrandir l'image à sa dimension réelle...

« La quantité de lumière et d'ombre donnée par l'image était amplement suffisante pour assurer une reconnaissance de la personne télévisée et les mouvements de la face ou des traits étaient clairement perçus. A la seconde démonstration, l'image de M. Baird fut transmise de Londres tandis qu'on causait avec lui par téléphone (sur une ligne séparée)... »

Les expériences transatlantiques

Toutes les expériences précitées ont été faites par fil, nous allons maintenant nous occuper des expériences faites sans fil.

Le 8 février 1928, fut effectuée la première transmission transatlantique par sans fil. Elle eut lieu entre le studio établi à Long Acre à Londres, et un faubourg de New-York, Hartsdale. Un personnage américain bien connu parut devant l'appareil émetteur de Londres et fut reconnu à Hartsdale.

Une seconde expérience transatlantique suivit bientôt.

Un poste de fortune avait été installé à bord du transatlantique *Berengaria*, de la Compagnie Cunard, qui est affecté à la ligne Southampton-Cherbourg-New-York, et qui est, comme l'on sait, l'un des trois plus grands transatlantiques à flot.

Au moment où ce navire se trouvait en plein Océan, des expériences de transmission furent entreprises ; Londres transmettait, et l'état-major et les passagers purent alors, assis, *voir* sur l'écran les personnages qui se trouvaient dans le studio de Long Acre. C'est ainsi que l'opérateur de télégraphie sans fil du *Berengaria* put reconnaître sans hésitation sa fiancée, lorsque celle-ci se présenta devant l'écran.

Les premières expériences de Brookman's Park

Telles étaient les expériences notoires qui avaient précédé les pourparlers qui s'engagèrent entre la compagnie qui dispose des brevets Baird et la British Broadcasting Corporation.

Nous avons vu par ailleurs que cette Compagnie, qui détient en réalité le monopole de la radiodiffusion en Grande-Bretagne, avait transporté sa station principale du cœur de Londres à l'extérieur des faubourgs, à Brookman's Park.

C'est cette station de Brookman's Park qui fut affectée aux premières expériences de télévision.

Le moment affecté aux expériences fut fixé entre 11 heures et 11 h. 30 minutes, le matin.

L'appareil transmetteur de télévision restait à Long Acre, à Londres, et les courants qui avaient leurs origines dans les cellules photo-électriques étaient transmis amplifiés au poste émetteur de T. S. F. de Brookman's Park. C'est donc le studio proprement dit de la télévision qui servait encore une fois, mais les ondes émanaient de la station de radiodiffusion 2 LO.

Des récepteurs avaient été installés en différents points, et notamment :

1° Au laboratoire Baird, à Long Acre même, de sorte qu'on pouvait contrôler immédiatement ce qui se faisait. Nous verrons que cette précaution ne fut pas inutile.

2° A Savoy-Hill, c'est-à-dire à l'hôtel même du siège central de la British Broadcasting Corporation.

L'installation comprenait une petite antenne et un récepteur, qui lui-même contenait une détectrice suivie de plusieurs étages d'amplification basse fréquence ; le courant sortant faisait fonctionner directement le téléviseur.

3° A l'Olympia, où se tenait l'exposition de T. S. F.

4° Chez les amateurs, qui avaient pu disposer d'un téléviseur récepteur.

Il faut remarquer tout de suite que ces expériences de télévision n'étaient pas faites dans les conditions mêmes dans lesquelles on compte que la télévision sera ultérieurement exploitée.

En effet, on ne disposait, pour ces expériences, que d'une longueur d'onde, or, dans l'état actuel de notre technique, deux longueurs d'onde sont nécessaires : l'une pour la télévision proprement dite, l'autre pour la parole, et l'on ne sait encore si l'on réussira jamais à se passer de ces deux longueurs d'onde.

En conséquence, on en prit son parti et l'on décida de faire alternativement de la radiodiffusion de la parole et de la télévision.

La première séance eut lieu le 30 septembre entre 11 heures et 11 h. 30 m. à 11 h. 04 m. l'annonceur radiodiffusa :

« Mesdames et Messieurs,

« Vous allez être les témoins des premiers essais officiels de télévision dans ce pays, effectués par le laboratoire de la Baird Television Company, et transmise par 2LO, la station londonienne de la British Broadcasting Corporation.

« A l'occasion de cette inauguration, nous sommes très heureux d'avoir près de nous Sir Ambrose Fleming.

« Il me faut expliquer que, comme on ne peut pas encore radiodiffuser simultanément la parole et la vision, nous transmetterons d'abord la parole, et ensuite ceux d'entre vous qui possèdent des téléviseurs auront la faculté de voir les orateurs. Les auditeurs qui ne possèdent pas de téléviseur devront laisser leurs récepteurs accordés sur leur accord actuel.

« Avant de laisser Sir Ambrose vous adresser la parole, je dois vous lire un message de Sir William Graham, Président du Board of Trade. »

Cette tâche remplie, l'annonceur radiodiffusa :

« Sir Ambrose Fleming va être maintenant télévisé pendant deux minutes.

Et effectivement Sir Ambrose fut télévisé pendant deux minutes puis prit la parole.

Successivement, le professeur Andrade, connu par ses travaux sur l'atome, Mr Sydney Howard, Miss Lulu Stanley, Miss C. King, le major A. B. Church, membre du Parlement, furent télévisés pendant deux minutes et tinrent le microphone pendant les deux minutes qui suivirent, soit pour adresser quelques paroles (Andrade, Church), soit pour déclamer (Sydney Howard) soit pour chanter (Miss Stanley, Miss King).

Quels ont été les résultats de ces premiers essais officiels ?

Tout d'abord il se produisit un petit accroc qui fut vite réparé, grâce à la précaution prise de maintenir un téléviseur de réception auprès du studio de transmission.

L'opérateur de Long Acre s'écria dès que la première image parut !

« Mais 2LO se trompe et nous transmet une image négative, au lieu d'une image positive. »

Digitized by Google

Et en effet la première figure humaine que les auditeurs-spectateurs purent voir sur leur écran de téléviseur, était noire aux lèvres blanches. La rectification fut immédiate ; un coup de téléphone transmit les indications nécessaires.

Les nouvelles expériences

Les premières expériences fournirent des résultats tels qu'on les jugea dignes d'être continuées.

Toutefois, l'heure choisie, si elle n'a pas toujours beaucoup d'importance, présente du moins l'inconvénient de ne pas permettre à tous ceux qui s'intéressent à la télévision et qui sont occupés une partie de la journée, d'assister aux expériences.

D'autre part, les industriels de la radiotechnique, qui suivent de près toutes les nouveautés qui se produisent dans ce domaine parce qu'elles sont susceptibles de leur fournir l'occasion d'une activité commerciale, ont demandé des modifications d'horaire.

Dans ces conditions, une nouvelle entente entre la B. B. C. et la Baird Television Cº a eu comme conséquence que de nouvelles expériences sont entreprises le soir, après les heures de radiodiffusion, deux fois par semaine.

La Baird Cº a fait paraître le communiqué suivant :

« Le fait que de nouvelles facilités ont été accordées pour la radiodiffusion de la télévision par la British Broadcasting Corporation à la Baird Cº a modifié complètement la situation de la télévision.

« Les transmissions qui ont eu lieu les mois passés ont été si réussies, que des facilités de transmission de nuit nous ont été accordées. Ces expériences ont été également entrêmement utiles pour permettre de connaître les conditions spéciales de la station de Londres. On nous a donné l'assurance que très prochainement des longueurs d'ondes additionnelles nous seraient attribuées, de sorte que le public sera à même de voir aussi bien que d'entendre. les speakers, orateurs et chanteurs. Le public pourra se procurer des appareils au mois de janvier... »

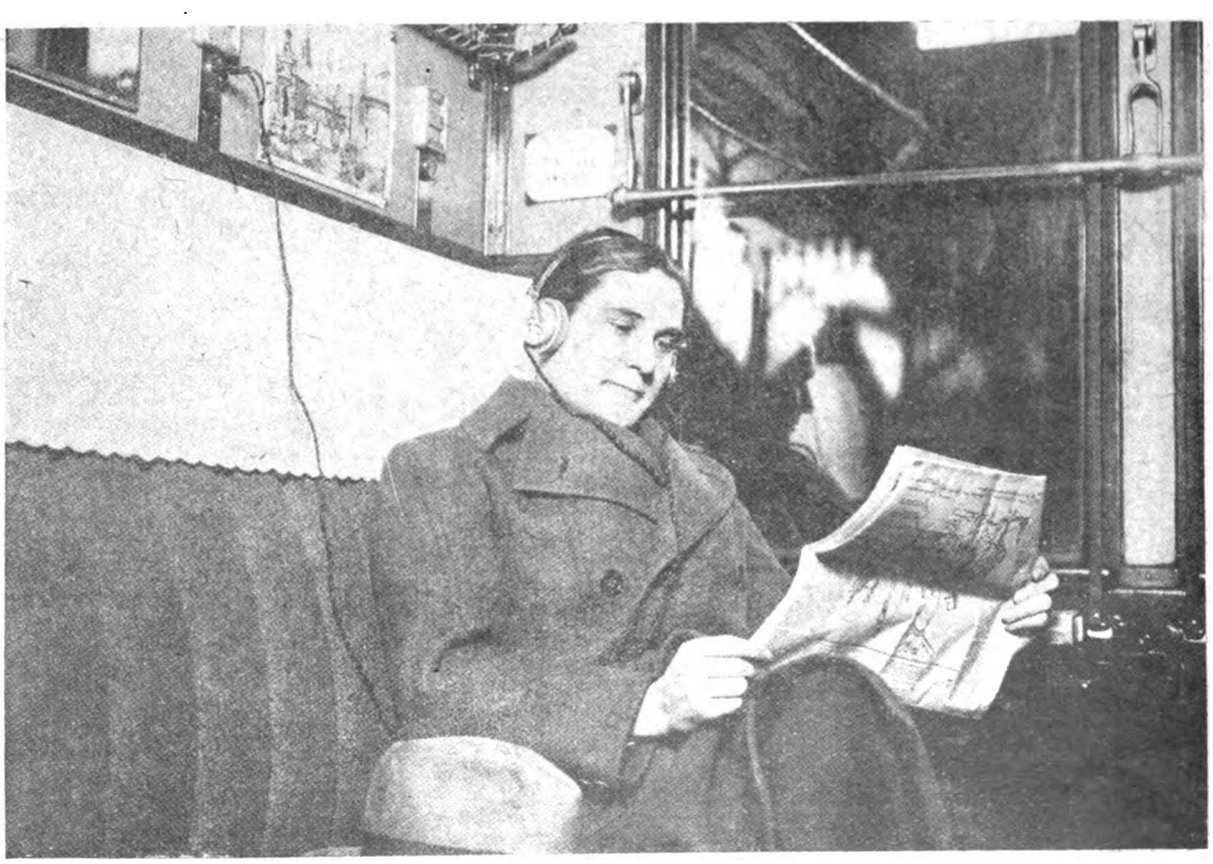
La question des appareils à laquelle il est ainsi fait allusion est une des plus importantes au point où en est la télévision. Les industriels ne pouvaient se lancer dans la construction avant d'avoir vu les épreuves pratiques, et on ne peut juger de l'accueil que fera le public à la télévision que si on lui donne le moyen d'en profiter. On semblait donc tourner dans un cercle vicieux lorsque la Baird Cº annonça que, bien que ne devant pas construire d'appareils elle-même, fonction qui revient aux industriels, elle allait cependant en mettre un certain nombre à la disposition des amateurs qui le désireraient à un prix abordable.

Conclusion

Il reste à connaître l'accueil du public. Mais il était utile, au moment où on demande son suffrage, de faire le point.

Certes, la télévision n'est pas seulement la transmission d'images vivantes : j'ai personnellement assisté à la télévision de films sonores et nous savons que la noctovision est une autre branche de la télévision, mais je me suis tenu pour aujourd'hui à la télévision proprement dite.

Léon de LA FORGE.



Paris, 8 février 1930. — Inauguration d'un train radiotéléphonique sur le trajet de Paris à Rouen.

UN VOYAGEUR A L'ÉCOUTE.

Digitized by Google

A TRAVERS LE ROYAUME DES ONDES

Tour d'Europe radiophonique

FRANCE (*Suite*)

Le réseau français de radiodiffusion comprend 31 stations, dont 13 sont exploitées par l'Etat et 18 par des sociétés privées. Dans ces chiffres figurent les postes de l'Afrique du Nord, au nombre de 4 : Casablanca, Rabat, Alger et Tunis.

Postes parisiens

TOUR EIFFEL. — La création de la station de la Tour remonte à 1904. Le premier poste radiotéléphonique fut installé en novembre 1921 : la puissance dans l'antenne était de l'ordre de 700 watts en mars 1923. On remplaça cette installation par une autre équipée d'abord avec 25 lampes (S.I.F.), puis 10 lampes (Neuvron), enfin une seule lampe (Holweck) démontable : avec cette dernière, la puissance dans l'antenne atteignait 3 kw.

En 1926 un autre poste fut établi avec une lampe « Radiotechnique » de 25 kw. à refroidissement par circulation d'eau et un groupe de 12 lampes modulatrices Neuvron de 500 w. La puissance dans l'antenne était avec ce poste de 12 kw. pour une puissance totale d'alimentation de 30 kw.

Le nouveau poste est construit sur le même principe, mais sur des bases plus larges ; d'autre part il a permis de ramener la longueur d'onde à 1.444 mètres pour les transmissions de radiodiffusion et de fonctionner sur 2.650 m. pour des émissions radiophoniques spéciales. Le circuit oscillateur comprend deux groupes de deux lampes de 25 kw. et la modulation un groupe de 16 à 20 lampes de 500 w. L'alimentation du poste est assurée par un redresseur à vapeur de mercure pouvant fournir une puissance de 30 à 90 kw.

La situation de la Tour ne manque pas d'originalité. Le sol appartient à la Ville de Paris qui le loue à la société exploitante : celle-ci loue trois faces de la Tour à une affaire de publicité. Les militaires commandent à la radiotélégraphie et à la radiotéléphonie au sommet de la tour. Les P. T. T. sont chargés de la radio qui est installée dans les couloirs du Grand Palais. Une fédération privée est chargée de la gestion des émissions radiophoniques.

La coexistence de tant d'autorités juxtaposées ne va pas sans frottement. La bonne volonté sans doute est certaine partout, chez les militaires, chez les fonctionnaires comme chez les... civils ; malheureusement la conjugaison des efforts n'est pas toujours réalisée. Et ce grand poste qui devait être dédié à la gloire des lettres et de la musique de France végète dans une médiocrité dont s'accommode mal la traditionnelle renommée artistique de notre pays.

Au point de vue radiophonique, la Tour émet chaque jour un journal parlé et un concert. Les faibles ressources dont dispose la Fédération nationale, gestionnaire du poste, font que ces émissions ne présentent pas grand intérêt.

Cependant à consulter l'horaire des émissions radiotélégraphiques et radiotéléphoniques de la Tour, on se rend compte que notre poste national fait dans certains domaines une utile besogne : 19 heures de transmissions par code ou parlées, qui représentent quotidiennement 51 émissions différentes. En dehors des concerts, des prévisions atmosphériques et barométriques destinées à renseigner citadins et paysans, on voit figurer sur ce tableau un nombre considérable de renseignements du même ordre, transmis par Morse à la marine, aux navires et aux postes météorologiques étrangers. La Tour est en liaison journalière avec le bateau école *Jacques-Cartier* où qu'il se trouve, avec l'aviso *Ville d'Ys* qui se tient sur les lieux de pêche du Nord Atlantique : elle échange plusieurs fois par jour un trafic de renseignements divers avec Beyrouth, Tunis, Casablanca, Alger, etc. Elle renseigne les aviateurs en vol et les centres d'aviation, donne les différents cours de Bourse, valeurs ou commerciaux.

A la vérité, la Tour devrait être notre grand poste national, le premier de tous nos postes de radiodiffusion, celui dont le rayonnement permettrait, à l'intérieur, de poursuivre une œuvre d'éducation populaire et à l'extérieur une œuvre de propagande française. Malheureusement la réalisation d'un tel programme nécessite des dépenses et les projets de cet ordre doivent être ajournés jusqu'au vote par les Chambres d'un statut assurant à la radiophonie les ressources qui lui font aujourd'hui totalement défaut.

Ecole supérieure des P. T. T.

103, rue de Grenelle. Ministère des P. T. T. Dans la cour, au rez-de-chaussée, la porte C. C'est là qu'est installé le poste national de l'Ecole supérieure des P. T. T. Au bout d'un couloir, un salon s'ouvre. Salon de repos. On y fume, on y bavarde, on se repose en attendant l'émission. On passe à l'auditorium, vaste et coquet, dont une large baie s'ouvre sur un jardin. Des tentures au mur. Au plafond un velum. Un épais tapis amortit le bruit des pas. A droite le piano, des pupitres. A gauche le micro. Et au milieu de tout cela, un petit monde riant, jacassant entre deux morceaux.

Poste d'Etat, mais hélas petit poste : 0 kw. 8 de puissance : 447 m. de longueur d'onde! On parle depuis longtemps d'un émetteur plus puissant. Les promesses ne se réalisent pas. Ce qui manque encore et surtout au poste des P. T. T. c'est le rayonnement de l'antenne. L'antenne de la rue de Grenelle n'a que 10 mètres de hauteur effective — le niveau des toits à Paris étant considéré comme le niveau du sol — alors que les postes allemands ont 100 mètres de hauteur effective.

Il est question de transférer hors Paris, à Pontoise, le poste émetteur des P. T. T. Mais avant ce transfert il serait urgent de modifier l'antenne. Il y a des projets: un pylône de 60 m. le long de la tour des P. T. T... Ils restent dans les cartons.

En 1925 un projet avait été établi basé sur un budget de 200.000 francs, destinés à l'augmentation de la puissance. On était à peu près d'accord lorsque survint le budget de 1926 et l'affaire fut enterrée. On sait le reste. Les auditeurs attendent en vain un poste d'Etat à la hauteur de sa mission.

Dans son état actuel, la station de l'Ecole supérieure des P. T. T. fait de louables efforts pour assurer à ses auditeurs des émissions nombreuses dont certaines constituent de véritables régals artistiques.

La direction artistique était assurée jusqu'à ces derniers temps par M. Tramblay. Appelé à la direction du poste de radiodiffusion de Caen, M. Tramblay a été remplacé par M. Victor Charpentier dont on connaît la particulière compétence et le sens très averti en matière musicale.

Un « Radio-Journal de France » fort bien compris, qui a des rubriques intéressantes et variées, est émis quotidiennement et groupe des collaborateurs qui connaissent auprès des auditeurs une faveur croissante : Georges Lion, Rouletabille, Lu Hignaux, René Devillers, André Saudemont.

Enfin une troupe dramatique, dont les débuts remontent à 1925, donne, sous l'intelligente direction de M. Louis Cognet, toutes les pièces du répertoire courant, hormis celles nécessitant des jeux de scène compliqués, surtout celles ne comportant qu'un nombre restreint de personnages.

Des diffusions spéciales, comme celles des concerts Pasdeloup, permettent de donner aux auditeurs les plus exigeants des satisfactions artistiques dont il serait injuste de ne pas souligner l'intérêt unanimement reconnu.

En résumé, l'Association générale des auditeurs de T. S. F. tire le meilleur parti possible du poste dont on lui a confié la gestion et il convient, si parfois certaines attentes n'ont pas été satisfaites, de ne pas lui tenir

Digitized by Google

rigueur d'une situation hérissée de difficultés à laquelle d'ailleurs elle n'a pas essayé de se soustraire.

Radio-Paris

On peut l'affirmer sans témérité : Radio-Paris représente aux... oreilles de l'étranger le véritable poste national français.

C'est la Compagnie nationale de radiodiffusion, entreprise privée, qui gère le plus ancien et en même temps le plus moderne de nos grands postes français.

Le poste émetteur est à Clichy, à environ 7 km. à vol d'oiseau du studio installé rue François-Ier, à deux pas des Champs-Elysées. Les pylônes ont 100 mètres de haut. Ils pèsent 52 tonnes chacun et sont reliés par une antenne quadrifilaire de 10 mètres de large et 120 mètres de long, attaquée à son milieu par la descente d'antenne.

L'immeuble de la rue François-Ier renferme, outre les services généraux de la C. F. R., deux auditoria, une salle d'amplification et une salle de contrôle.

Le plus petit des studios est entièrement tendu de lourdes tentures de velours qui étouffent toute résonance. Il est spécialement destiné aux conférences, aux pièces parlées, à la musique de chambre et aux soli accompagnés de piano et d'une façon générale à tout ce qui revêt un caractère d'intimité.

Le grand studio, aux dimensions imposantes, à la décoration à la fois riche et sobre, a été creusé et édifié dans la cour de l'immeuble. L'acoustique a fait l'objet d'études délicates et précises. Ici, on n'a pas recherché l'étouffement complet des résonances, mais, au contraire, on a voulu, en supprimant tout écho, laisser à la pièce une certaine sonorité qui donne à l'auditeur l'impression de ses émissions.

Le sol est recouvert d'un épais tapis en caoutchouc, insonore aux pas. Les chaises des artistes sont en fer embouti pour éviter tout craquement. Les tentures sont mobiles et découvrent en se démasquant un mur dont la paroi est enduite d'un crépi rugueux. Au lieu de présenter comme les cloisons ordinaires, une surface lisse et plane, cette paroi est hérissée de mille pointes d'aspérités innombrables. En venant frapper cette surface irrégulière, les ondes ne se réfléchissent pas sur elle pour retourner intactes dans une autre direction, mais elles se brisent et sont diffusées dans toutes les directions sans produire ni d'écho, ni de résonances périodiques. Suivant l'importance que l'on désire donner à cette résonance, on démasque plus ou moins de mur et, pour chaque émission, l'essai est fait à la répétition.

La partie supérieure des murs et le plafond sont tendus de toile épaisse, plissée par carreaux aux plis contrariés.

La place des musiciens et celle des chanteurs ont été minutieusement calculées et fixées par rapport au microphone. Chaque pupitre porte le nom d'un instrument et la disposition de cet instrument dans l'orchestre déroute un peu, car l'ordonnance est loin d'être la même que celle pratiquee dans une salle de concert.

Dans un coin de l'auditorium se trouve une petite cabine vitrée dans laquelle se tient l'annonceur. Dans la cabine, un microphone, un téléphone et deux signaux lumineux : l'un rouge prévient que le microphone est en circuit, l'autre blanc remplace la sonnette du téléphone qui évidemment n'aurait pu être installée à côté du microphone.

Deux voyants vitrés à double paroi permettent de passer des papiers au speaker sans avoir à traverser le studio.

Dans des salles voisines, les installations industrielles : l'amplificateur microphonique, le récepteur de contrôle, la commande de signalisation et un curieux générateur à basse fréquence qui sert à mesurer la façon dont sont transmises, par les lignes de liaison, les différentes fréquences musicales et de s'assurer que toutes celles qui sont audibles sont transmises avec une constance qu'un appareil situé à Clichy, à l'autre extrémité de la ligne, permet d'assurer.

Radio-Paris, on le voit est en possession d'une installation qui lui permet de travailler utilement. C'est sans doute grâce au soin avec lequel cette installation a été étudiée et réalisée, que les émissions de la Compagnie française de radiophonie sont aujourd'hui parmi les plus suivies des sans-filistes européens.

Radio-Paris apporte à l'élaboration de son programme les mêmes soins minutieux qu'il a apportés à l'organisation de son installation. Un comité que préside M. Henry de Jouvenel, sénateur, ancien ministre de l'Instruction publique, et constitué par de hautes personnalités des lettres, des sciences, de la musique et de l'industrie, se réunit tous les mois pour étudier la contexture générale des programmes. Il recherche les améliorations à y apporter, et les indique à la Direction de Radio-Paris : C'est sur ses directives que la direction artistique compose l'ossature générale des émissions, recrute les artistes, les fait auditionner et répéter jusqu'au moment où, tout étant au point, l'émission proprement dite peut avoir lieu.

L'exécution des œuvres musicales est placée sous la direction de M. André Messager, assisté de M. Busser, chef d'orchestre à l'Opéra. L'orchestre comprend une centaine d'exécutants.

Des œuvres dramatiques et comiques adaptées aux exigences du microphone ou même conçues pour la radiophonie sont données sous la direction de M. André Rivoire. Des causeries, des informations de presse, un communiqué agricole, des conférences de documentation économique, des émissions enfantines, des leçons d'interprétation musicale, des cours techniques, des leçons journalières de culture physique complètent cet ensemble, et donnent une idée de l'effort considérable que fournit Radio-Paris pour porter ses émissions au premier rang qu'elles occupent actuellement dans la radiodiffusion française.

Radio-Vitus

Construit par l'ingénieur Vitus, le spécialiste bien connu en radiophonie, pour diffuser les émissions d'un groupement d'artistes et de littérateurs et pour porter ainsi dans toute la France et au delà des frontières le rayonnement de la pensée et de l'art français, la station d'émission Radio-Vitus a été dotée par son créateur des derniers perfectionnements techniques.

La station est installée dans les locaux des Etablissements Vitus, rue Damrémont. Située dans la cour, entre les ateliers et un immeuble, surmonté d'une antenne accrochée à deux pylônes métalliques dont les bases reposent d'un côté sur un toit et de l'autre au milieu d'un atelier, le bâtiment qui l'abrite n'a qu'un étage. Au premier étage, le studio que l'on pourrait prendre pour un salon, tant il est encombré de chaises, de tabourets, de petites tables, de tapisseries et de bibelots.

Il est cependant soigneusement réalisé pour éviter toute résonance et l'influence des bruits extérieurs. Le microphone, dernier progrès de la technique spéciale, ne possède aucune membrane ni dispositif vibrant qui pourraient provoquer une vibration propre. L'énergie acoustique se trouve, par ce fait, transformée en énergie électrique, avec une facilité complète.

A côté du studio, la salle des appareils émetteurs dont tout l'appareillage de diffusion tient dans un espace de cinq mètres carrés au maximum.

Radio-Vitus est un des postes les plus puissants qui transmettent en France sur ondes courtes et c'est tout à l'honneur de la haute technique de son créateur, car les transmissions de puissance sur ondes courtes entraînent, comme chacun sait, les plus sérieuses difficultés.

Grâce à un nouveau principe de modulations et grâce aussi à un système oscillant spécial, Radio-Vitus transmet des concerts non seulement avec une rare pureté, mais aussi avec une syntonie remarquable. Ainsi, ses émissions n'apportent aucun trouble aux autres stations qui transmettent aux mêmes heures.

Sous la direction de M. Jean Noceti, les programmes musicaux de Radio-Vitus présentent un caractère artistique qui obtient un vif succès parmi les auditeurs.

La partie littéraire a été confiée à des spécialistes, hommes de lettres, et le speaker Radiolus leur apporte son concours, donnant à ces émissions une note vraiment littéraire et parfois humoristique qui les fait justement apprécier des sans-filistes français et même européens.

Radio L. L.

Encore un constructeur qui a voulu avoir son poste et qui l'a installé dans les dépendances de son usine. Installation modeste, certes, en pleine rue de Javel, au milieu des bâtiments industriels et des petites boutiques. M. Lucien Lévy voudrait faire mieux, beaucoup mieux. Il le peut, car il en a les moyens. Il voudrait installer son émetteur hors Paris, mais encore vou-

Digitized by Google

drait-il qu'on lui donnât une ligne téléphonique spéciale pour relier cet émetteur avec son auditorium. Il est prêt à en faire les frais. La seule chose qui l'inquiète : c'est l'autorisation à obtenir de l'administration des P.T.T. Aussi en attendant que soit voté un statut qui rendra moins précaires les améliorations projetées, M. Lucien Lévy est bien décidé à rester sur... ses positions et sur ses emplacements.

L'auditorium de Radio L. L. est de dimensions restreintes, une vingtaine de mètres carrés au maximum, ce qui est évidemment insuffisant pour loger un orchestre de plus de dix musiciens.

Les programmes en souffrent dans leur variété, ce qui n'empêche pas ceux qui sont donnés d'être excellents.

Beaucoup de musique enregistrée, des informations, des causeries, de la musique et du chant. Les émissions se font simultanément sur ondes longues et sur ondes courtes, ce qui leur permet d'être entendues de toute l'Europe.

« *Petit Parisien* »

Tout comme Radio L. L., le poste du « Petit Parisien » rêve d'une installation meilleure, dotée de moyens plus puissants. La récente constitution d'une société au capital de 20 millions, créée pour assurer la gestion de la station, permet de supposer que dans un avenir assez rapproché le poste de la rue d'Enghien sera considérablement transformé et agrandi.

A l'heure actuelle la station procède tous les matins à 9 heures à des transmissions téléphotographiques et donne le soir à 21 heures un concert avec le concours d'artistes de l'Opéra et de l'Opéra-Comique.

Inaugurée le 13 juillet 1923, la station du « Petit Parisien » a trouvé en la personne de M. J. Douglas Pollock, le plus ardent des animateurs. Ancien journaliste, grand voyageur, musicien distingué, M. Douglas Pollock, qui malgré son nom à consonance britannique est un pur Français, a su donner aux concerts du « Petit Parisien » une haute tenue artistique qui les classe parmi les meilleurs de la capitale.

L'orchestre que dirige avec une haute compétence M. Francis Casadessus comprend une vingtaine de musiciens.

STATIONS RÉGIONALES

Alpes-Grenoble

Les premières tentatives de radiodiffusion à Grenoble remontent à 1923 et furent l'œuvre du Radio-Club Dauphinois. Installée à l'hôtel des Postes, la station de 500 watts fit sa première émission le 14 avril 1927. La portée et la pénétration dans la région étant tout à fait insuffisantes, on se mit à l'œuvre pour établir le poste de 1.500 watts en service actuellement.

Au cours de sa première année d'émission, Alpes-Grenoble avait radiodiffusé plus de cent causeries de tout ordre : historiques, agricoles, médicales, touristiques, littéraires, économiques, etc., donné devant le micro plusieurs pièces qu'interprétèrent ceux qui en 1929 devaient fonder le « Théâtre radiophonique des Alpes », organisé des concerts auxquels plus de 30 chanteurs ou chanteuses apportèrent leur concours.

Par la suite des sélections d'opéras ou d'opéras-comiques furent exécutées par un orchestre de 15 exécutants, des quintettes et des quatuors furent brillamment interprétés. M. Ferrand à qui est laissé le soin de l'organisation des programmes s'en est tiré avec beaucoup de talent et depuis quelques mois les émissions d'Alpes-Grenoble ont acquis une tenue artistique impeccable et un intérêt toujours accru.

Le studio est installé dans la Grande-Rue, dans les locaux occupés par le secrétariat des « Amis de la Radiodiffusion des Alpes ». Les murs sont entièrement recouverts d'une étoffe épaisse, d'un molleton tendu à un demi-centimètre environ du mur et destiné à éviter toute réflexion du son sur les parois. Le plafond, lui aussi, disparaît derrière le molleton, alors que le plancher se trouve recouvert d'un épais tapis. Une grande tenture sépare le studio de l'emplacement très réduit du secrétariat. Elle est mobile et permet d'agrandir l'auditorium d'environ 1 m. 50 sur toute sa largeur, lors des grandes exécutions. C'est ainsi qu'avec un orchestre déjà important la station a pu faire entendre des chœurs de 30 à 35 exécutants.

La gestion du poste est assurée par les soins de « l'Association des Amis de la Radiodiffusion des Alpes », qui groupe près de 5.000 membres.

Radio-Lyon

Radio-Lyon-Emissions est un des plus anciens postes régionaux français. Après les débuts pénibles subis par tous les postes émetteurs français, une société anonyme en a pris la direction le 17 août 1926. Depuis cette date, un effort constant et dirigé selon le plan adopté dès le premier jour a amené Radio-Lyon à la tenue artistique et intellectuelle qui le caractérise actuellement.

Une préoccupation dominante a marqué dès le début l'activité de Radio-Lyon : ne sacrifier réciproquement l'une à l'autre ni la musique, ni l'information et faire du poste un organe complet de vie intellectuelle, artistique, littéraire, économique et agricole.

Des accords avec les organisations professionnelles ont permis à la Direction de Radio-Lyon de s'assurer le concours des meilleurs artistes de la place de Lyon.

Une large place devait être également réservée au pick-up qui permet à l'heure actuelle de faire entendre dans des conditions parfaites aux simples possesseurs d'appareils à galène la voix de nos grands artistes des principaux théâtres du monde.

Le théâtre radiophoné inauguré au cours de l'automne 1926 débuta par de modestes scénettes pour arriver à des réalisations importantes. Le public l'a accueilli avec une faveur qui démontre la justesse de cette initiative.

Le journal parlé a également groupé une clientèle d'auditeurs assidus qui aiment à retrouver chaque soir en une information rapide et soigneusement contrôlée, dans des chroniques variées et alertes et dans des causeries documentées un reflet fidèle de notre époque de vie intense. L'allure générale de ce journal parlé a créé autour du poste de Radio-Lyon une atmosphère de chaude sympathie.

Les causeries de vulgarisation scientifique, économique, commerciale et industrielle que le poste de Radio-Lyon a déjà diffusées et qui vont aller en se développant, constituent pour tous les producteurs et commerçants de l'importante région économique du Sud-Est une base de documentation, constamment à jour, et qui leur sera vite indispensable.

Radio-Lyon n'a pas oublié que « nom oblige » et Guignol et ses truculents comparses ont eu leur place dans ses émissions, à côté de l'accent du terroir si agréablement présenté par la Mère Cottivet.

Son principal speaker assumant la Direction artistique des programmes est M. José Mas, ex-pensionnaire du Théâtre national de l'Odéon, artiste d'une culture générale très poussée, possédant une articulation nette et un sens averti de l'émission radiophonique. M. José Mas et ses collaborateurs parlent dans un studio très scientifiquement établi.

Il y a quelque temps, le bruit avait couru que Radio-Lyon allait cesser ses émissions. Les radio concerts étaient en effet considérablement réduits : le journal parlé perdait ses collaborateurs. C'était la mort lente du poste privé de la région lyonnaise.

La nouvelle était prématurée. Si la Société Radio-Lyon-Emissions a pu — comme bien d'autres entreprises de radiodiffusion — se trouver en proie à des difficultés d'exploitation imputables notamment à l'instabilité dans laquelle se trouve la radiodiffusion française, il n'était pas question de fermer le microphone à tout jamais.

Une réorganisation complète a été faite et Radio-Lyon a pu, sur des bases financières nouvelles et particulièrement solides, reprendre sa marche vers le progrès.

Lyon-la-Doua

Le poste émetteur de Lyon-la-Doua s'élève dans la plaine du Grand Camp, tout près du grand poste radiotélégraphique de la Doua.

Le studio est installé quai Jules-Courmont, dans un local spacieux. On y accède par un vaste salon dans lequel « les Amis de la Doua » ont groupé une collection de tableaux de maîtres lyonnais les plus en vogue. L'auditorium, tout tapissé de rouge, n'est séparé de ce salon que par une triple tenture suffisante pour amortir les bruits... des conversations. Tout près du studio, la salle des accessoires, amplis, pick-up, est munie d'un standard téléphonique et d'un tableau de commandes.

Les accumulateurs nécessaires à l'alimentation sont au premier étage et leur mise en marche ou en service se commande depuis le bas. Le secrétariat est installé dans une vaste pièce du premier étage.

Sous l'active direction de M. Payonne, Lyon-la-Doua organise des émissions intéressantes. Des personnalités

Digitized by Google

lyonnaises des plus en vue, du commerce, de la presse, du barreau, de la faculté, des sports, de la musique et du théâtre viennent se faire entendre au micro et le speaker, Radiogone (on sait que pour les Lyonnais, le mot « gone » a la signification de « gars ») accomplit sa tâche quotidienne avec bonne humeur et souvent avec esprit.

Une mention spéciale doit être accordée à la « Radio-Gazette de Lyon et du Sud-Est » qui est agréablement présentée et qui groupe des chroniqueurs alertes et érudits.

L'orchestre de Lyon-la-Doua est excellent tant par sa composition que par la valeur artistique de ses éléments. Un artiste consciencieux, au goût artistique sûr, M. Clesse, a réuni autour de lui des musiciens de talent et des solistes réputés du Grand Théâtre, du Trigentuor et du Concert Witkowski.

Nice-Juan-les-Pins

L'antenne de Nice-Juan-les-Pins est tendue au-dessus du Casino. Le poste émetteur et l'auditorium sont installés dans deux pièces du même établissement.

Ce sont les établissements Radio L. L. qui ont construit la station qui, techniquement, ne présente aucune particularité exceptionnelle.

C'est là que Marcel Laporte — alias Radiolo — organise des concerts que les auditeurs régionaux apprécient beaucoup. Certains jours ce sont des sélections d'opéras, d'opéras-comiques ou d'opérettes. D'autres fois ce sont des soirées consacrées à la musique de chambre, à l'orchestre symphonique ou au music-hall.

Pour composer ses programmes, Radiolo s'adresse souvent aux artistes des théâtres de la Côte d'Azur. Il bénéficie ainsi de la présence des vedettes sur la Riviera et en fait profiter ses auditeurs qui lui en savent gré.

Radiolo a beaucoup de projets. Il ne peut les réaliser tous, car il lui manque tout à la fois des crédits et des possibilités, mais, avec ce dont il dispose, il arrive à rendre ses émissions intéressantes. Aussi le commerce de la T. S. F. est-il en progrès très sérieux sur la Côte d'Azur et les particuliers s'intéressent chaque jour davantage aux ondes hertziennes et deviennent de parfaits radiophiles.

Radio-Normandie

C'est en 1926 que le Radio-Club de Fécamp se mit à l'ouvrage pour constituer le poste émetteur qui, successivement modifié et amélioré, fonctionne depuis trois ans sous le nom de « 8 I. C. », « Radio-Fécamp », puis « Radio-Normandie ».

8 I. C. en 1926 fonctionna une bonne partie de l'hiver en téléphonie avec quelques watts seulement. En télégraphie il fut entendu dans toute l'Europe et jusqu'en Amérique à Washington : Au mois de novembre de la même année, il abandonnait son caractère de poste particulier et sous le nom de Radio-Fécamp, commença, grâce au concours d'artistes régionaux, à donner des émissions d'un véritable intérêt. Les radioclubs de la Seine-Inférieure, au nombre de sept, s'étant groupés en une fédération (Fédération des R. C. de Haute-Normandie), Radio-Fécamp, qui devint Radio-Normandie, put, grâce à l'appui de ce nouveau groupement, dépasser les limites habituelles de son rayon d'action. L'an dernier, par exemple, 42 artistes hommes et 27 artistes femmes ont pris part aux émissions hebdomadaires du jeudi. C'est un premier résultat que le président du Radio-Club et de la Fédération, M. Fernand Le Grand, tient pour encourageant et qu'il espère bien pouvoir développer un jour.

Le poste d'émission est installé dans la propriété de M. Fernand Le Grand, à Fécamp. Un mât de 30 mètres supporte l'antenne d'un côté, de l'autre un mât de 5 mètres est placé sur les toits de la villa Vincelli-La Grandière.

L'émetteur se trouve dans une salle vitrée située approximativement vers le milieu de l'antenne.

L'auditorium occupe une pièce voisine, qui n'est autre que le luxueux salon de Vincelli-La Grandière, d'une superficie de 100 mètres carrés, dont le sol est recouvert d'épais tapis, les murs revêtus de damas et ornés d'imposantes sculptures, aucun écho ne peut donc se produire et l'acoustique est parfaite.

Radio-Normandie veut être un bon poste régional et veut n'être que cela. Saine conception, car si les grandes stations ont leur raison d'être, les postes régionaux doivent avoir aussi leur place.

Radio-Toulouse

Le poste de Radio-Toulouse a été créé en janvier 1925. Sa première émission a eu lieu le 15 avril 1925. Depuis cette date, sans aucune interruption, les émissions se sont succédé à raison de quatre par jour et Radio-Toulouse a effectué à l'heure présente plus de 5.000 émissions comprenant toutes les manifestations de l'activité littéraire, artistique et industrielle du Midi.

La station est installée sur le plateau de Balma qui se dresse à 60 mètres au-dessus de la plaine de la Garonne, dans la banlieue de Toulouse. Dans les villas Schmidt et Yvonne ont été installés les auditoria, les appareils et les bureaux. Le grand studio est assez vaste pour contenir un orchestre de 60 musiciens. Très haut de plafond, tendu de tissu bouton d'or avec garnitures mauves, son acoustique donne les meilleurs résultats. Dans le petit auditorium, de dimensions plus restreintes, se tient l'annonceur et se font les conférences.

Radio-Toulouse est soutenu et subventionné dans son action par 8 conseils généraux, un grand nombre de communes, 183 sociétés d'agriculture, 10 Chambres d'agriculture du Sud-Ouest, la Confédération des Radio-Clubs du Sud-Ouest, et des milliers d'auditeurs abonnés bénévoles.

Les émissions se ressentent d'une pareille sollicitude. Quotidiennement sont transmis des concerts importants avec des orchestres composés des professeurs du Conservatoire, des soirées musicales organisées avec des orphéons et des sociétés musicales de plus de 60 exécutants, des sélections d'opéras, d'opérettes, des retransmissions de services religieux, des manifestations sportives, des représentations des théâtres du Capitole et des Variétés, des conférences de professeurs de faculté. N'oublions pas le « Journal sans papier de l'Afrique du Nord », dont l'écoute lointaine est très appréciée.

Car Radio-Toulouse est, paraît-il, régulièrement reçu dans la baie d'Hudson, à plus de 6.000 kilomètres de la Garonne, par la mission des frères Oblats qui évangélisent les tribus des Esquimaux. Il est également très bien entendu en Turquie d'Europe et en Turquie d'Asie. On a plaisir à constater qu'une voix française, malgré la situation déplorable de la radiodiffusion dans notre pays, se fait entendre dans des régions aussi lointaines.

Radio-Strasbourg

Dès sa création, en 1923, le Radio-Club de Strasbourg se préoccupa de résoudre pour l'Alsace le problème des émissions. Des essais furent faits à cette époque avec un poste de 50 watts de puissance sur une longueur d'onde de 196 mètres.

Ces émissions hebdomadaires ayant été bien accueillies, le Radio-Club agrandit et perfectionna son installation et dans ce but décida, en 1924, de transporter son siège de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg au Palais des Fêtes où se trouve encore la station actuelle. En 1928, nouvelle amélioration : l'auditorium fut placé au 3e étage et l'installation pourvue des derniers perfectionnements requis par l'acoustique radiophonique.

Le poste émetteur est situé au même étage que l'auditorium. Il comprend un panneau unique qui groupe tous les appareils d'émission. Sa puissance dans l'antenne est d'environ 350 watts. A côté du poste se trouvent les amplificateurs et le pick-up.

Le studio est une vaste salle bien aménagée pouvant contenir aisément un orchestre de 10 à 12 musiciens, ainsi que les solistes exigés pour les retransmissions d'opéras.

En temps normal, les émissions qui sont bi-hebdomadaires (mardi et jeudi soir) comprennent une partie instrumentale, des disques, des conférences et un bulletin de presse. L'hiver, des émissions supplémentaires sont organisées le dimanche.

C'est un pianiste et compositeur de talent, M. René Gutig, qui est chargé du programme des émissions musicales et de la direction de l'orchestre, tandis que la partie technique incombe à M. J. Salomon, ingénieur.

Radio-Strasbourg, avons-nous dit, fait seulement deux émissions par semaine. Or, les autres jours, les Alsaciens sont dans l'impossibilité d'entendre les postes français, hormis peut-être la Tour Eiffel et Radio-Toulouse. Par contre, la réception des stations allemandes, notamment de celles de Stuttgart et de Fribourg-en-Brisgau, les plus voisines, est possible partout, à toute heure, avec les appareils les moins sensibles.

Les nombreux groupements d'amateurs du Haut-Rhin et du Bas-Rhin

Digitized by Google

n'ont pas manqué d'attirer l'attention du gouvernement sur le danger que présentait un tel état de choses. Une société d'études pour la création d'un centre de radiodiffusion à Strasbourg s'est créée et elle a fait d'utile besogne. C'est, en effet, grâce à l'activité et aux efforts de cette société que la construction du Poste de Strasbourg n'est plus seulement chose décidée, mais entreprise.

Radio-Strasbourg, dont l'inauguration aura lieu vraisemblablement dans le courant de l'été prochain, sera équipé avec du matériel entièrement neuf et conçu selon les derniers perfectionnements de la technique moderne. La construction de l'immeuble est terminée. On procède actuellement aux aménagements intérieurs. Le rez-de-chaussée comprendra la salle des machines, les services de chauffage, un grand hall, les bureaux et le logement du gardien. Au premier étage, les services de transmission, qui auront à leur disposition les appareils les plus modernes de transmission, de mesure et d'amplification. Ces salles seront entourées de laboratoires de recherches, d'ateliers, de studios. Au deuxième étage se trouveront les appartements du personnel technique.

Et ainsi, la France aura avec Radio-Strasbourg un poste capable de répandre enfin la culture française dans une province où plus que partout la radio doit être l'indispensable et constant auxiliaire de la propagande nationale.

Bordeaux-Lafayette

L'installation primitive de Bordeaux-Lafayette qui date de 1926, était située à Croix d'Hins dans une dépendance de la grande station de radiotélégraphie. Le poste était puissant. Il était entendu en Angleterre, en Espagne, dans le nord de la France. Malheureusement, en raison de son éloignement de Bordeaux (20 kms à vol d'oiseau), ses émissions reçues à Bordeaux très fort sur lampes, encore assez fort sur galène avec antenne extérieure, ne pouvaient pas être reçues commodément par les amateurs peu fortunés qui se contentaient d'un simple montage en prenant comme collecteur d'ondes les canalisations d'eau et de gaz. De plus, le studio étant installé à Bordeaux, il était nécessaire de transmettre la modulation par circuit téléphonique entre Bordeaux et Croix d'Hins, ce qui n'allait pas sans inconvénient, étant donné les travaux d'électrification que faisait dans la région le réseau du Midi.

C'est pourquoi l'on fut amené, en utilisant une grande partie du matériel de Croix d'Hins, à monter à Bordeaux même un poste d'un fonctionnement sûr et présentant toutes les qualités techniques désirables. Depuis mars 1927, ce poste fonctionne à l'hôtel des Postes, rue du Palais-Gallien. Les machines sont dans le sous-sol. La liaison entre le studio (3e étage) et le poste émetteur est assurée par un câble sous plomb. La station est reliée par lignes spéciales à plusieurs établissements de la ville : Faculté des lettres, Institut Colonial, Théâtres de l'Alhambra, du Trianon, salons de l'Hôtel de Bordeaux, de l'Automobile Club, Parc des Sports, etc...

L'auditorium est coquettement aménagé : tapis sourds, tentures murales, velums au plafond, piano à queue, harmonium, luxueux éclairage. Il est précédé du bureau du chef de poste, dont une partie est utilisée par les appareils de première amplification. Une deuxième salle contiguë au studio sert habituellement de vestiaire et de salon d'attente. Mais son étendue peut être, grâce à une cloison mobile, incorporée à celle du studio, pour recevoir les orchestres et les chœurs des soirées de gala.

Bordeaux-Lafayette doit être prochainement augmenté quant à la puissance et perfectionné quant à l'installation et dans un avenir proche il sera l'une des quatre ou cinq grandes stations françaises. Sa situation d'ailleurs commande son importance. Elle doit rayonner en effet, non seulement dans tout le Sud-Ouest, mais aussi sur la Péninsule ibérique, le Maroc et l'A. O. F. Et il faut que l'écoute soit puissamment et régulièrement suivie dans toutes ces régions.

Toulouse-Pyrénées et Marseille P. T. T.

Même emplacement quant au local — l'hôtel des Postes — même administration — association d'auditeurs — même installation technique quant au poste émetteur — et aussi même faible puissance — 0,500 watts et 1 kilowatt.

Programmes à peu près identiques. A Marseille, la station bien que gênée par les émissions maritimes, rend de grands services. A Toulouse, le jeune et actif directeur qui dirige la station fait avec des moyens limités de louables efforts pour satisfaire ses auditeurs.

De part et d'autre d'excellentes initiatives ont été prises, mais on doit reconnaître qu'il faut à ces stations des ressources plus sérieuses pour leur permettre de remplir avec quelque utilité le rôle qu'on leur a assigné sans se soucier, hélas! des faibles moyens dont elles disposent.

Radio-Maroc

La station Radio-Maroc installée au début de l'année 1928 est située dans le périmètre municipal de Rabat, au kilomètre 97 de la route de Rabat à Casablanca. Le poste et ses dépendances couvrent une superficie de 6.000 mètres carrés.

Il y a deux auditoria, l'un à Rabat, l'autre à Casablanca. L'auditorium de Rabat est situé au rez-de-chaussée de l'immeuble occupé par les services de la direction des P. T. T., celui de Casablanca utilise trois pièces dans les locaux de l'Inspection des Postes. L'un et l'autre sont reliés par circuits téléphoniques avec les différents dancings, théâtres, salles de concert de Rabat et de Casablanca. En outre, dans cette dernière ville, un microphone est installé à l'Ecole des hautes études berbères de façon à pouvoir radiodiffuser les conférences et concerts qui ont lieu dans cet établissement.

L'auditorium de Rabat est pourvu d'un appareil destiné à retransmettre par Radio-Maroc les concerts émis par les principales stations européennes de radiodiffusion.

L'exploitation artistique est en principe confiée à un groupement d'usagers, « les Amis de Radio-Maroc », dont le président d'honneur est M. le docteur Veyre, bien connu des sans-filistes. Mais, en attendant que cette association ait les ressources annuelles suffisantes, l'Office des P. T. T. assume les frais de cette exploitation.

Radio-Maroc en plus de ses émissions normales (conférences, causeries, concerts, etc...) diffuse les manifestations marocaines artistiques, littéraires, politiques et autres, susceptibles d'intéresser les amateurs de T. S. F. Récemment enfin a été instituée pour ses premiers essais « l'heure radiophonique des colons marocains » au cours de laquelle d'excellents techniciens sont appelés à entretenir l'auditoire des moyens propres à amener un développement rapide de l'agriculture et de l'élevage dans le bled.

Sous l'impulsion intelligente de M. Dubeauchard, directeur général de l'Office chérifien des P. T. T., Radio-Maroc a réalisé de grands progrès, en tenant toujours le plus grand compte des suggestions des auditeurs et mettant à l'essai toutes celles qui sont guidées par le bon sens ou l'intérêt général.

Alex SURCHAMP.

N.-B. — *Il n'est pas fait état, dans cette étude, des stations de Bordeaux Sud-Ouest, Lille P.T.T. et Alger P.T.T. qui ont fait l'objet d'articles spéciaux parus dans des numéros antérieurs de « Radio-Electricité et Q.S.T. réunis ».*

Digitized by Google

NOS REALISATIONS

POUR RECEVOIR LES CONCERTS SUR ONDES COURTES

Le bloc S. O. C. 72

DE plus en plus, les stations de radio-diffusion sur ondes courtes se multiplient ; nous en comptons déjà en France une bonne demi-douzaine, il est vrai que la plupart d'entre elles se contentent de doubler des émissions sur ondes moyennes ou longues. Mais ces stations sont surtout répandues en Grande-Bretagne, en Allemagne et dans plusieurs autres pays d'Europe. L'on en compte enfin un grand nombre en Amérique.

Chacun sait les intéressantes propriétés dont jouissent les O. C. : grande portée, facilité de réception en plein jour (audition souvent meilleure que la nuit), affectation par les parasites moindre que pour les ondes de broadcasting, etc... Ceci explique la grande vogue dont elles profitent depuis quelque temps.

Beaucoup d'amateurs se trouvent attirés vers elles et il ne se passe pas de jour sans que plusieurs lettres nous parviennent de sans-filistes en quête de montages aptes à " descendre " au-dessous de cent mètres, mais cependant utilisables pour les λ normales de 200 à 2.000 mètres. Pour tous ceux qui peuvent disposer d'une bonne antenne, la solution est simple : il suffit de monter un Schnell ou un Reinartz, qui sont excellents et donnent de très bons résultats (1). Malheureusement

(1) *Malheureusement il faut un véritable régiment de selfs pour couvrir de* 20 *à* 2.000 *mètres.*

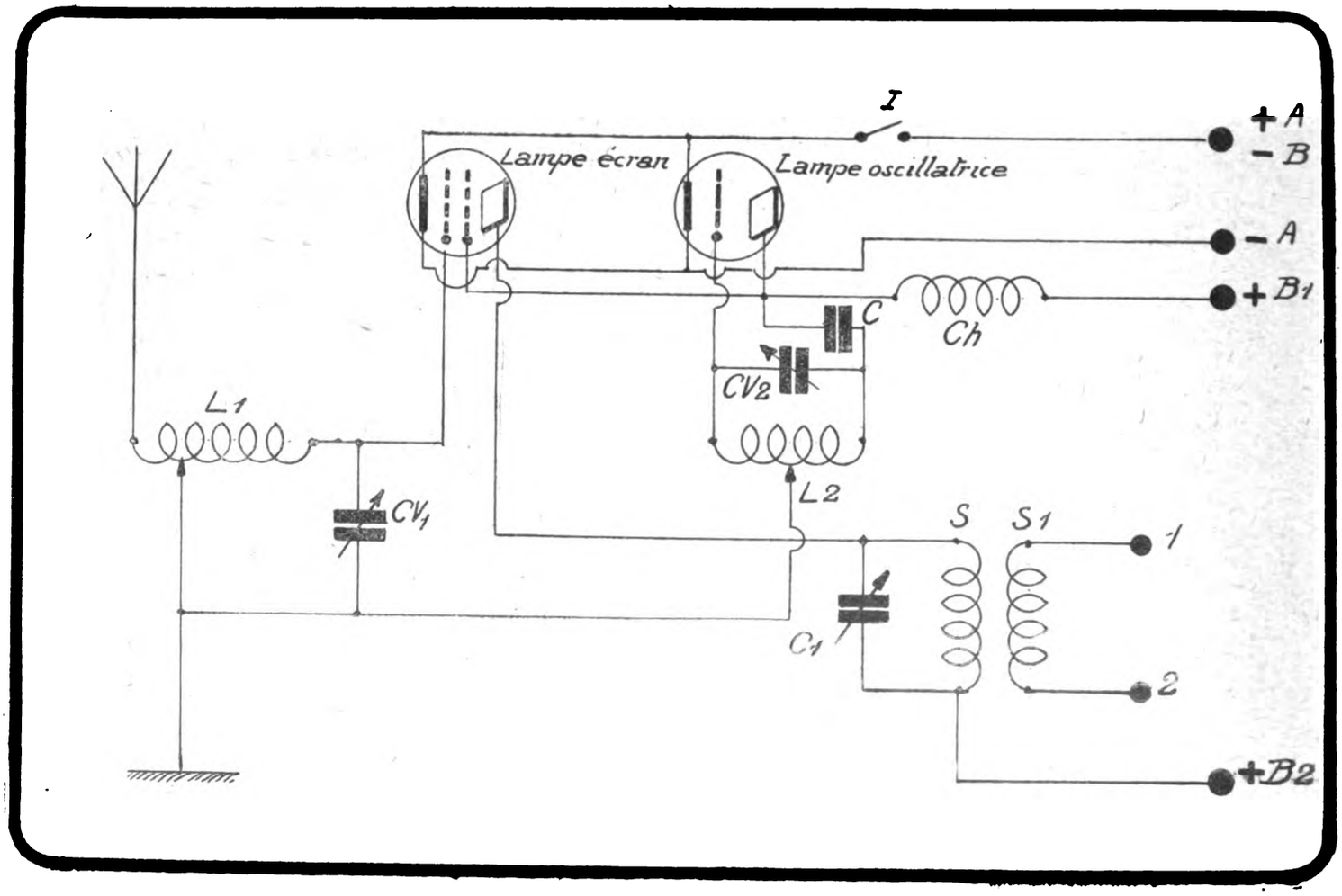
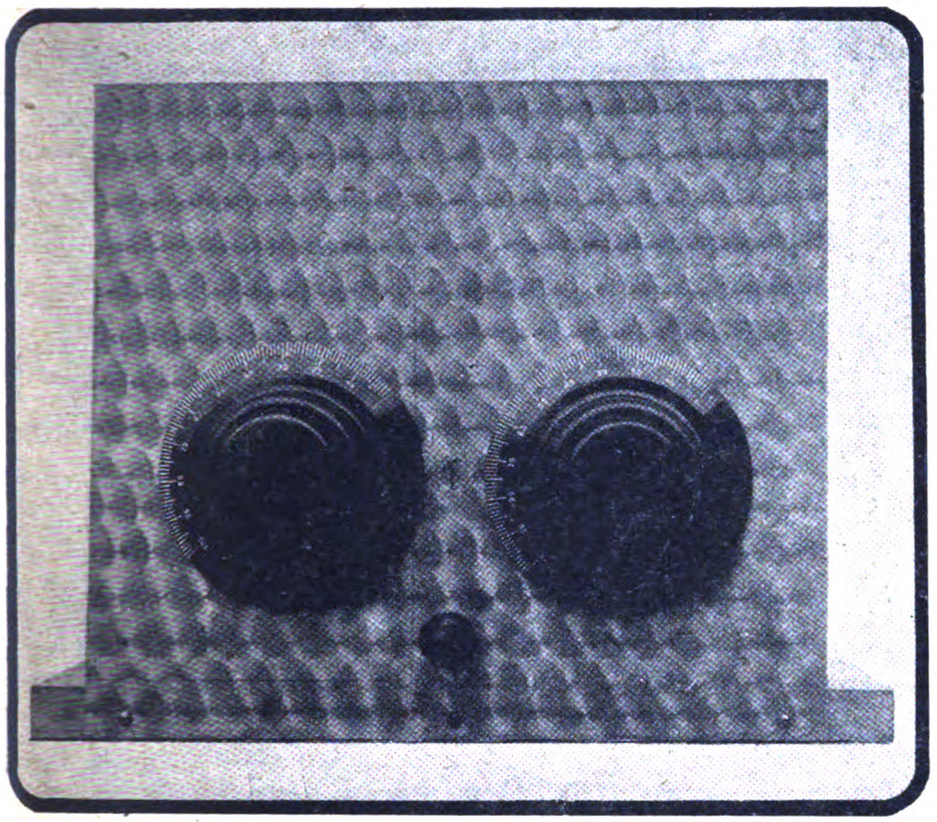


Fig. 1.

Digitized by Google



tout le monde n'est pas également fortuné en espace; dans les villes surtout les amateurs sont obligés de se contenter d'antennes intérieures ou de cadres, beaucoup aussi sont possesseurs d'appareils prévus pour la réception des ondes de broadcasting et désirent seulement modifier ces récepteurs, afin de capter par la suite les O. C.

Notre but, aujourd'hui, est de donner satisfaction à bon nombre de nos lecteurs en leur décrivant un bloc spécial qui, placé devant un récepteur quelconque — possédant néanmoins au minimum une lampe H. F. — le rend immédiatement capable de recevoir les ondes courtes.

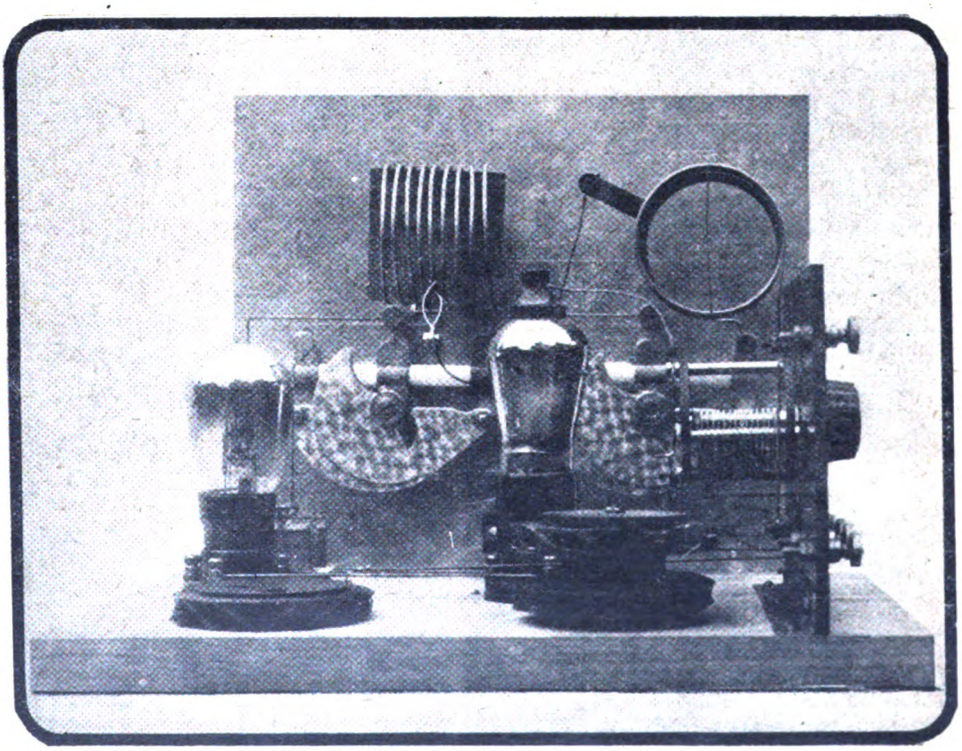
Ce bloc n'est autre qu'un changeur de fréquence dont le rôle est de transformer les λ de 20 à 60 mètres en une onde de 250 à 300 mètres qui sera ensuite amplifiée et detectée par le récepteur primitif. Il est prévu pour fonctionner sur une petite antenne intérieure de quelques mètres qui pourra être un simple fil tendu entre deux angles d'une pièce.

La première idée qui vient à l'esprit est de confectionner ce bloc à l'aide d'une lampe bigrille monté suivant le schéma classique avec des selfs de valeurs appropriées. Mais un tel montage est très délicat à mettre au point car le plus souvent la lampe bigrille refuse d'osciller sur des fréquences aussi élevées. Il est bien préférable d'avoir recours à une oscillatrice séparée modulant une lampe H. F., ainsi que cela se fait pour le montage connu sous le nom d'ultra-modulateur. Nous pouvons même perfectionner le système en employant en H. F. une lampe à écran, ce qui accroît notablement la sensibilité du montage.

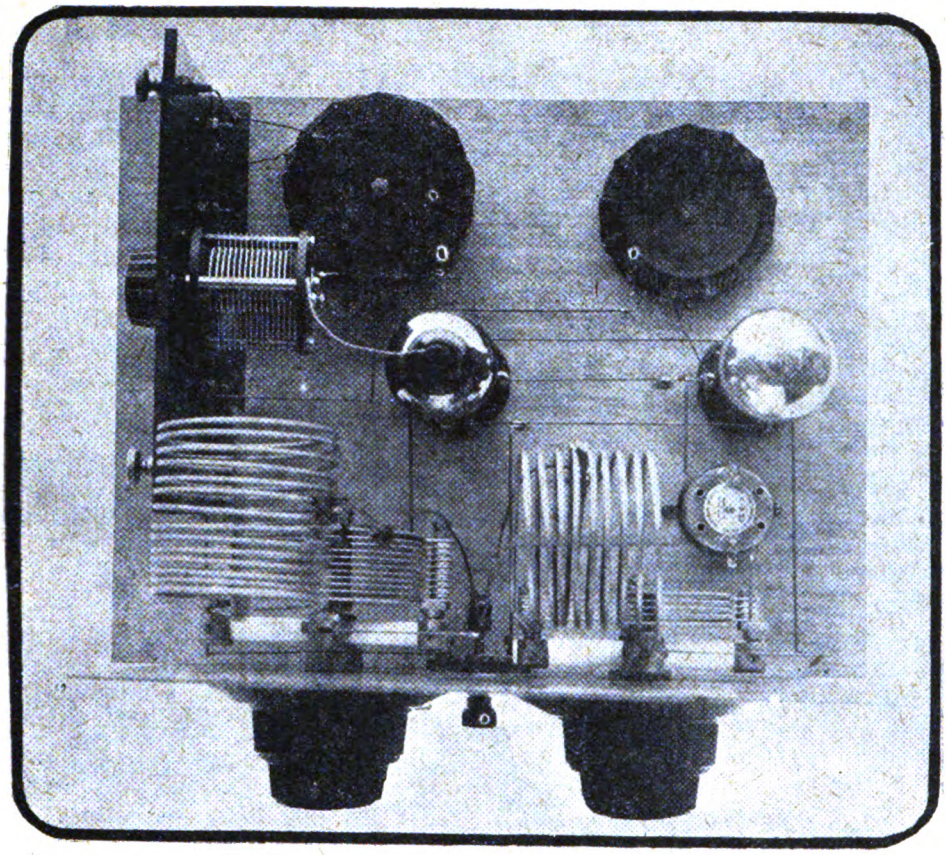
Nous arrivons ainsi au schéma de principe représenté par la figure 1. Le circuit d'accord réalise le montage bourne ; à cet effet, l'une des extrémités de la self L_1. est reliée à l'antenne, l'autre à la grille de la lampe à écran et au condensateur d'accord. La terre et les lames mobiles du CV sont réunies à une pince permettant de faire une prise convenable sur L_1.

L'oscillation locale est produite par la lampe L. O. et le circuit L_2—CV_2, montés suivant le schéma Hartley. L'alimentation de cette lampe est faite par l'intermédiaire de la self de choc Ch reliée d'une part à la batterie haute tension, d'autre part à la plaque de L. O. ainsi qu'à l'écran de L. E. Le circuit-plaque de celle-ci comporte enfin le circuit C_1—S où apparaissent les courants de moyenne fréquence. La bobine S est couplée à une self identique S_1 qui sera reliée au condensateur d'accord du récepteur grandes ondes. Le chauffage des deux lampes L. E. et L. O. est assuré par une batterie classique de quatre volts, l'allumage est commandé par un interrupteur unipolaire I.

Comme vous le voyez, ce montage est très simple dans son principe, il ne s'agit que de le confectionner soigneusement pour en obtenir de bons résultats.



Digitized by Google



RÉALISATION

Plus que partout ailleurs, en ondes courtes, il faut avant tout chercher la clarté et la simplicité. Notre montage sera fait en réduisant autant que possible le nombre et la longueur des connexions. Ainsi que le montrent les photographies ci-contre, les éléments constituants sont placés sur une planche horizontale mesurant 30 centimètres de longueur et 22 de largeur sur le champ de laquelle est fixée une plaque d'aluminium de même longueur et de 25 centimètres de hauteur. A gauche de celle-ci se trouve le condensateur d'accord CV_1 dont la capacité totale est de 0,25/1000 de Mfd, symétriquement et à droite est placé CV_2, condensateur de modulation ayant une capacité de 0,15 ou 0,2/1000 de Mfd. Ces deux appareils doivent être judicieusement choisis, à faibles pertes, très bien isolés et ayant une capacité résiduelle aussi petite que possible. Les modèles à démultiplicateur sont ici à rejeter, car ils sont souvent la cause de crachements fort désagréables. La manœuvre lente est obtenue par un bouton comportant le système de démultiplication. A noter que le rotor de CV_1 est à la masse alors que le rotor de CV_2 doit être isolé de la plaque d'aluminium. Les condensateurs que nous avons employés peuvent être livrés à la demande avec rondelle et écrou de fixation en ébonite, ce qui est une excellente solution. De plus la rondelle en question éloigne l'appareil du panneau, ce qui diminue encore les capacités parasites.

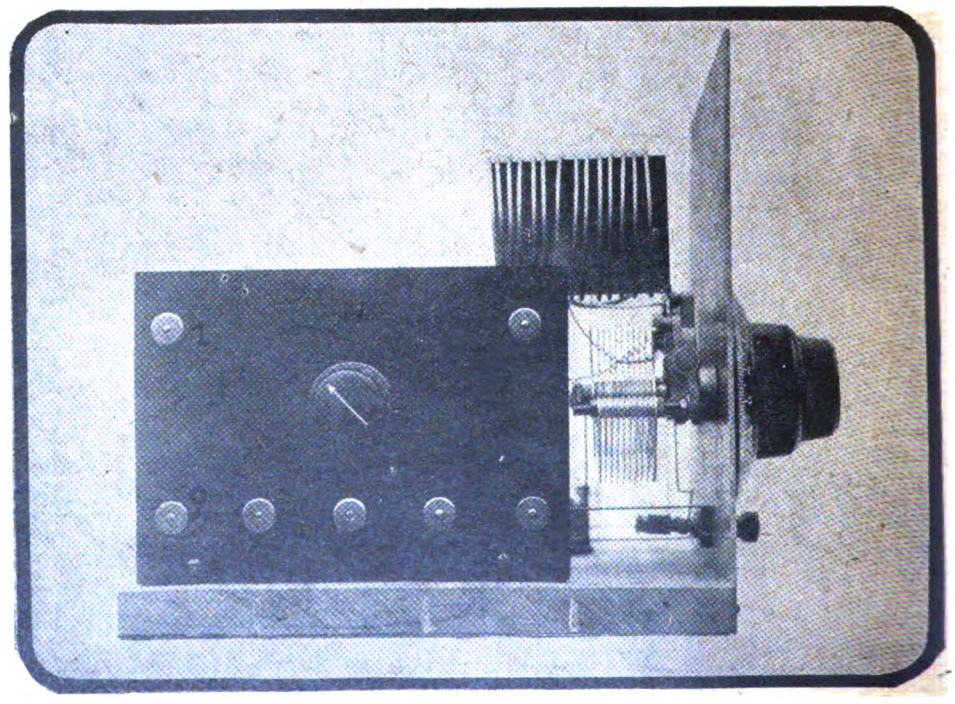
Les selfs L_1 et L_2 peuvent être facilement réalisées avec quelques mètres de fil 20/10 nu ou, ce qui est mieux, argenté. L_1 comporte 14 spires et L_2 9 spires, leur diamètre est de 60 m/m. Le moyen le plus simple pour leur construction est d'enrouler le fil sur un mandrin de 50 à 55 millimètres de diamètre en bobinant quelques spires de plus qu'il n'est nécessaire (à cause de l'élasticité du métal le solénoïde ainsi formé « revient » de quelques tours lorsqu'on le lâche). Ces selfs sont directement fixées sur les condensateurs variables, et disposées à angle droit ; les prises sont effectuées à l'aide de pinces fixées aux extrémités de fils souples reliés aux points intéressés (terre et —4). Ces prises se font : sur L_1, à la cinquième spire en partant de l'antenne et sur L_2 au milieu de l'enroulement. Afin de rendre nos bobines suffisamment rigides l'on y introduit deux morceaux de carte de Lyon (pressphan) qui maintiennent les spires à un écartement constant. Les λ ainsi couvertes sont comprises entre 30 et 65 mètres environ, ce qui est convenable pour l'usage désiré.

Les supports des lampes sont vissés sur la planche horizontale, ainsi que le condensateur C et les autres selfs.

Le condensateur d'arrêt de la haute tension C est du modèle fixe à air, d'une valeur de 0,5/1000 de Mfd.

La bobine de choc est un double fond de panier d'une centaine de spires maintenu par une rondelle de celluloïd et une vis.

S et S_1 sont du même type que Ch



Digitized by Google

mais compte chacun 75 spires et sont couplés mutuellement. Leur mode de fixation est identique à celui de la bobine de choc.

Le condensateur C_1 est un variable de modèle réduit et de 0,3/1000 de Mfd, placé au centre d'une planchette d'ébonite maintenue verticalement à gauche du montage par un morceau de cornière de cuivre ou d'aluminium vissé sur la planche de fond. Cette plaque d'ébonite sert aussi de support aux bornes d'alimentation et de connexion avec l'antenne, la terre et le récepteur G. O. Ces bornes sont au nombre de 7 et ainsi distribuées :

An = antenne; + A = + 4 et — HT; — A = — 4 et terre; + B_1 = + 60 à 80 volts; + B_2 = + 100 à 120 volts; enfin 1 et 2 = liaison avec le récepteur.

L'interrupteur I est monté sur le panneau avant entre les condensateurs CV_1 et CV_2.

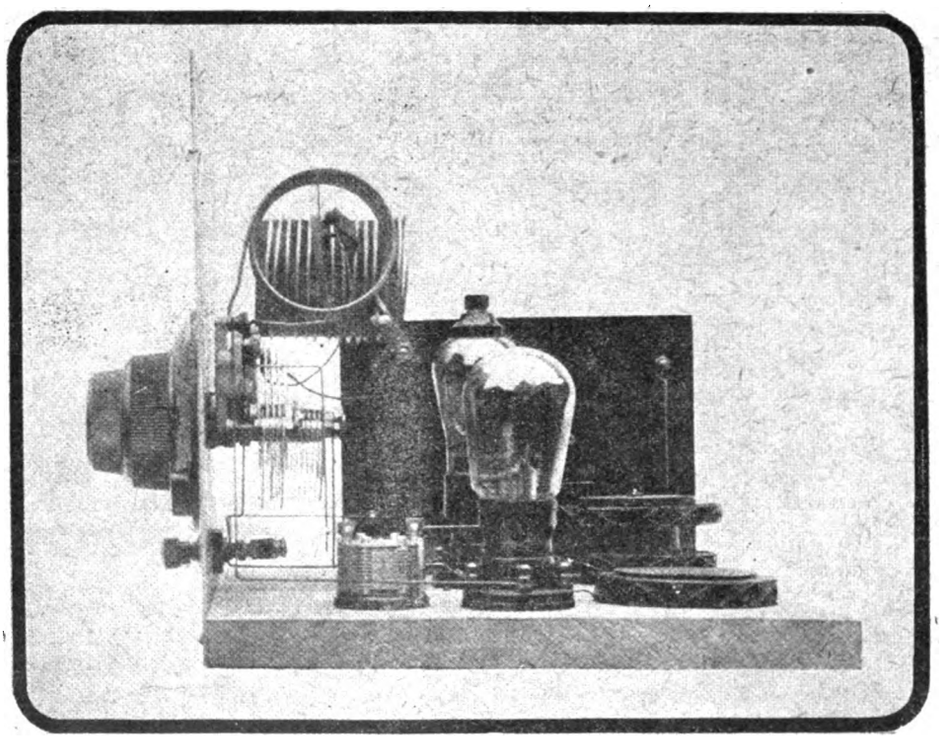
Le câblage est effectué avec du 15/10 rigide et nu ou argenté, ce qui ne nuit ni à l'esthétique ni à la qualité du montage.

La mise au point se réduit à obtenir un accrochage stable de la lampe L.O.; avec une triode ordinaire du type de la A-410 ce fonctionnement est très bon pour une tension anodique de 60 volts, mais il peut se faire que l'on se trouve obligé d'avoir recours à 80 volts pour accrocher dans les premières graduations du CV_2. Le meilleur résultat ne correspond pas toujours à une prise rigoureusement médiane sur L_2. (Est-il besoin de dire qu'un milli-ampèremètre inséré dans le circuit-plaque est absolument indispensable pour cette mise au point ?)

Lorsque l'oscillation locale est satisfaisante, il ne reste qu'à relier le bloc au récepteur et régler ce dernier ainsi que le circuit S/C_1 sur 300 mètres environ. Un ondemètre est ici très utile, mais à la rigueur l'on peut s'en passer en procédant de la façon suivante : accorder le récepteur non précédé du bloc sur une émission normale, Petit Parisien ou Londres par exemple, diminuer légèrement les capacités d'accord et de résonance ou d'hétérodyne, puis brancher le bloc après avoir enlevé le collecteur du récepteur. Allumer les lampes L.E. et L.O. et manœuvrer simultanément le CV d'accord du récepteur et C_1; un léger souffle indique le moment où le réglage est obtenu. Dès lors il ne reste qu'à rechercher les émissions à l'aide de CV_1 et CV_2. Cette recherche est certainement plus délicate que pour les ondes de broadcasting, et à notre avis les échecs subis par beaucoup d'amateurs qui voulaient se « lancer » dans les O. C. proviennent uniquement d'un manque d'habitude et de patience de la part de l'opérateur ; il ne s'agit pas ici de degrés mais de dixièmes de degré pour l'accord sur une station.

Le bloc S. O. C. 72 peut être placé devant un C-119 ou montage analogue; devant un Super C-119 les résultats sont encore meilleurs; enfin, lorsqu'il précède un changeur de fréquence, il est facile de recevoir en plein jour et en haut-parleur des stations telles que Berlin, Chelmsford, Eindhoven, etc...

R. LEPESQUEUR.



Digitized by Google

DOCUMENTATION

" Radio-Nations "

La station d'émission de la Société des Nations

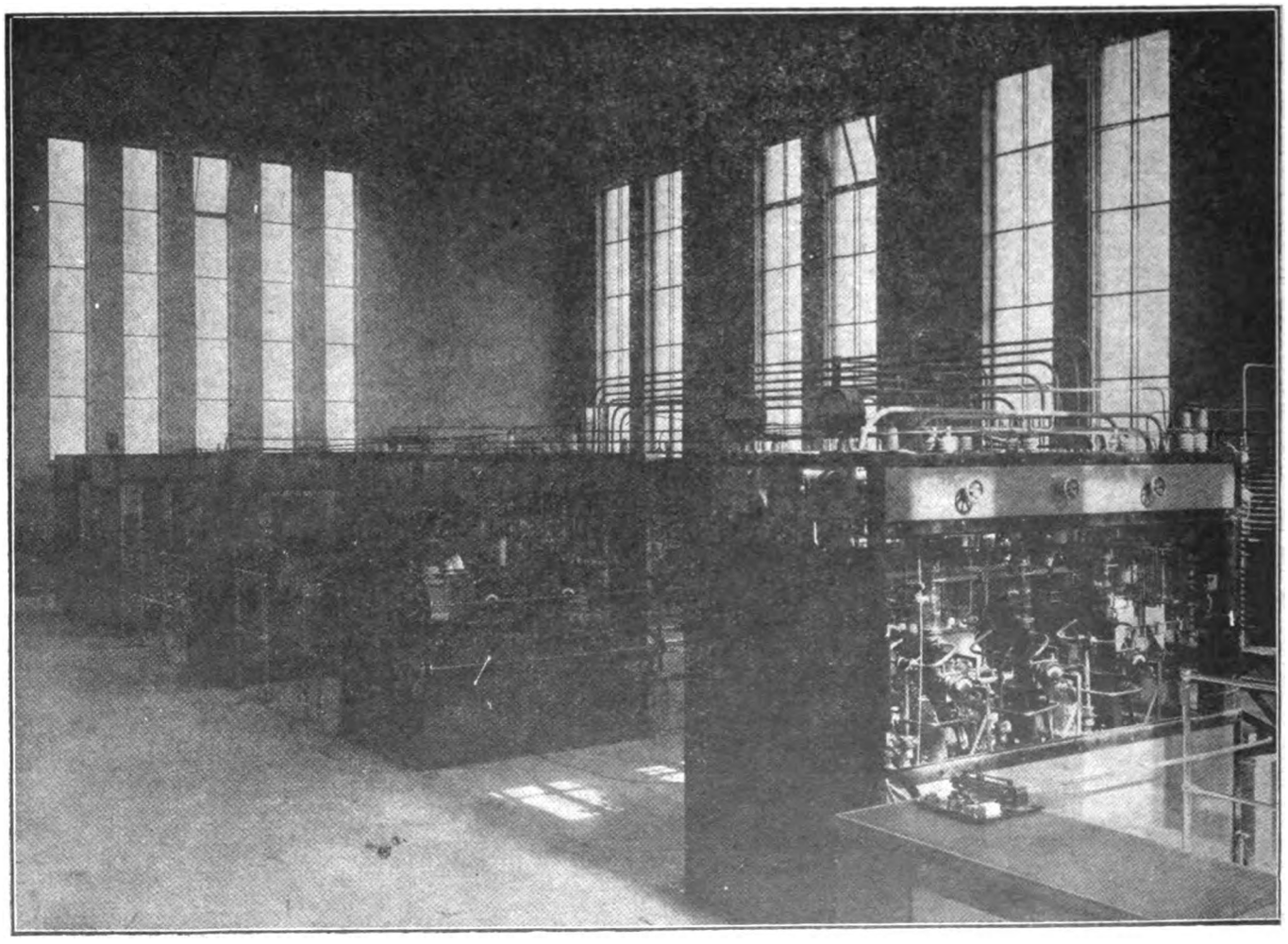
LA S. D. N. dispose enfin de l'organe indépendant qui lui permet de se tenir en liaison constante avec les diverses nations sociétaires. C'est entre Lausanne et Genève, à Prangins, que se trouve l'émetteur auquel, sur la proposition du gouvernement suisse, on a réservé le titre officiel de « Station de la Société des Nations » ou plus brièvement de « Radio-Nations ».

Nous avons pu visiter la station de Prangins, grâce à l'obligeance de son excellent directeur, M. Bondallaz, et sous la conduite de M. Piece, l'éminent ingénieur qui sera chargé d'établir, et très vraisemblablement aussi, de diriger le nouveau poste émetteur suisse de grande puissance à Sottens. Voici le résumé de ce que nous apprit cette instructive visite.

***

Le centre d'émission radiotélégraphique et radiotéléphonique de la Société des Nations comprend une station de transmission à grande puissance située à Prangins, et une station d'écoute à Colovrex. Alors que cette dernière a l'aspect d'une modeste maison de campagne, comme on en pourra juger par la photographie que nous publions, l'émetteur se présente sous la forme de grands blocs cubiques superposés sans la moindre décoration. Il a été construit selon les plans d'un architecte de l'école française moderne, M. Hermann Stoll, architecte diplômé de l'École des Beaux-Arts de Paris, spécialisé dans la construction d'immeubles abritant des installations radio-électriques.

Toutes les façades sont en briques, les plafonds intermédiaires et les toits plats en béton armé. La grande salle d'émission a 21 mètres de long, 12 mètres de large et 6 m. 70 de haut. C'est, nous dit-on, le plus grand local existant en Suisse dont le plafond en béton armé n'est soutenu par aucun support, de quelque nature soit-il. Une attention toute particulière a été consacrée à la construction des terrasses, d'où l'eau de pluie est amenée par des tuyaux de fonte à l'intérieur du bâtiment, où elle est mise en réservoir pour le refroidissement des lampes. L'aération et l'éclairage des locaux sont excellents, car les façades sont percées de nombreuses ouvertures. Les stations de Prangins et Colovrex sont reliées au bureau central de Genève, qui commande automa-



Radio-Nations. — Grande salle d'émission.

Digitized by Google

tiquement aussi les messages reçus à Colovrex. Il est possible de faire ces deux opérations en même temps, grâce à la distance assez considérable qui sépare les stations.

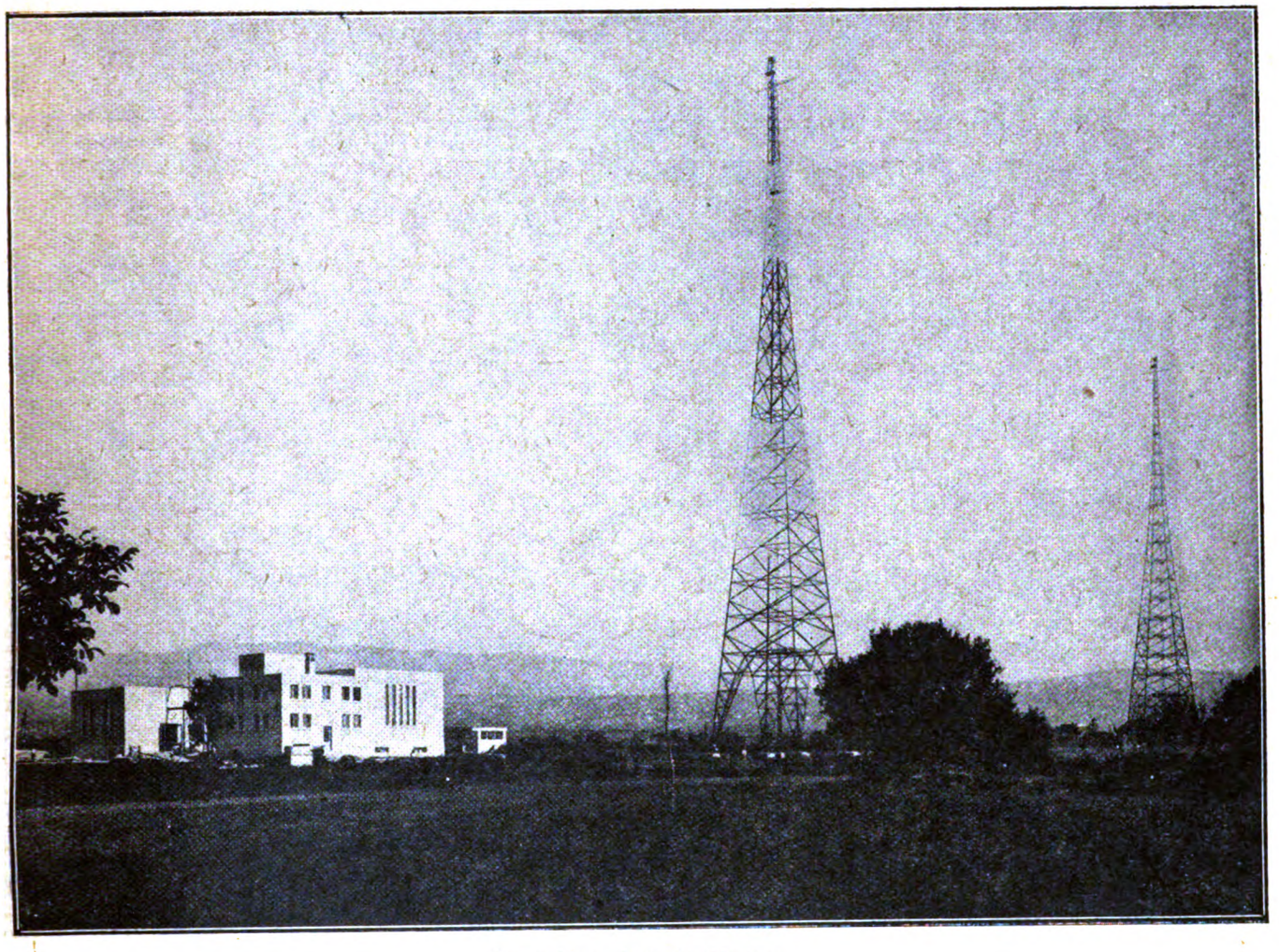
Le transmetteur de Prangins, dont nous publions une vue générale, et un aspect d'intérieur, est l'un des postes les plus perfectionnés qui se puissent trouver en Europe à l'heure actuelle. Les appareils d'émission ont été livrés par la Société Marconi, de Londres. Toutes les machines, ainsi d'ailleurs que les transformateurs sont de fabrication exclusivement suisse. L'ensemble a été monté sous la direction du Dr. F. Rothen, par la Société « Radio-Suisse ». La station est alimentée par le réseau des Forces de Joux. Elle reçoit un courant triphasé à 12.500 volts et sous 50 périodes. Un transformateur général abaisse cette tension à 500 volts. L'énergie électrique est distribuée sous cette forme aux différents circuits.

En cas de panne ou d'avarie sur le réseau, le transmetteur est alimenté par un groupe auxiliaire comprenant un moteur Diesel de 240 CV., et un alternateur fournissant un courant de mêmes caractéristiques que le réseau. Cette installation de secours permet d'assurer la continuité absolue du trafic.

Comme toute station moderne, celle de Prangins est à lampes. Vu la puissance utilisée, ces lampes sont refroidies par un système de circulation d'eau distillée. Pour maintenir celle-ci à une température suffisamment basse, on la réfrigère dans des radiateurs refroidis eux-mêmes par un ensemble de puissants ventilateurs. Seize lampes de ce genre sont actuellement en service. Six d'entre elles redressent le courant à haute tension. Les autres sont utilisées à l'amplification et à la retransmission proprement dite des oscillations produites par l'une d'elles. Les ondes engendrées par un oscillateur de faible puissance sont amplifiées par deux étages successifs syntonisés. En raison de la grande puissance alimentation, le problème de la manipulation a été particulièrement délicat à résoudre. On y a apporté une solution des plus élégantes : la manipulation se fait dans la plaque (du second étage); toute interruption brusque du courant plaque est évitée, puisqu'une partie en est simplement déviée à travers les résistances de terre.

Le dernier étage comporte six tubes montés en parallèle, et consomme une énergie de 62 kw. Les oscillations de ce groupe sont transmises à l'antenne à l'aide d'un circuit intermédiaire. La Société Radio-Suisse a tenu à ce qu'il soit intercalé un filtre interceptant toutes les ondes harmoniques afin de ne point gêner la réception des autres émissions.

L'antenne vibre sur l'onde de 4.400 mètres avec une puissance de 50 kw. Elle est longue de 430 mètres et supportée par 2 pylônes hauts de 125 mètres.

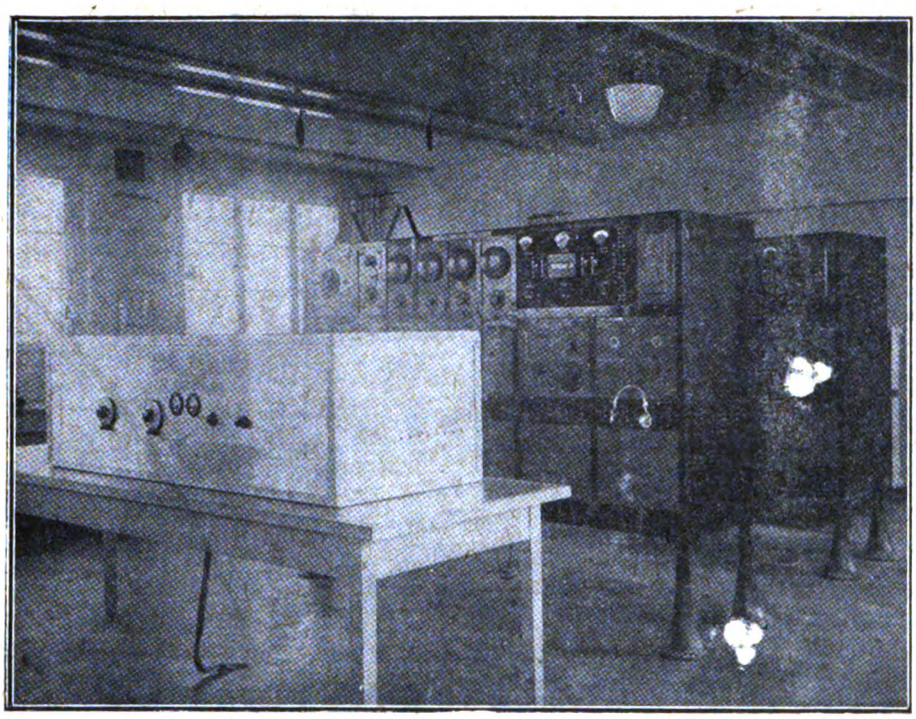


Les pylones de Radio-Nations.

La station qui peut transmettre jusqu'à 200 mots à la minute, sera prochainement mise en état de faire de la phonie. D'autre part, on ne tardera pas à lui adjoindre un dispositif grâce auquel il lui sera possible d'émettre plusieurs programmes, sur différentes longueurs d'onde, mais sur la même antenne.

Le poste récepteur de Colovrex, dont une photographie nous montre un coin de la grande salle, comporte deux antennes radiogoniométriques du système Bellini-Tosi, montées chacune sur un récepteur du type commercial pour ondes longues. Tous deux sont

Digitized by Google



La station réceptrice de Radio-Nations.

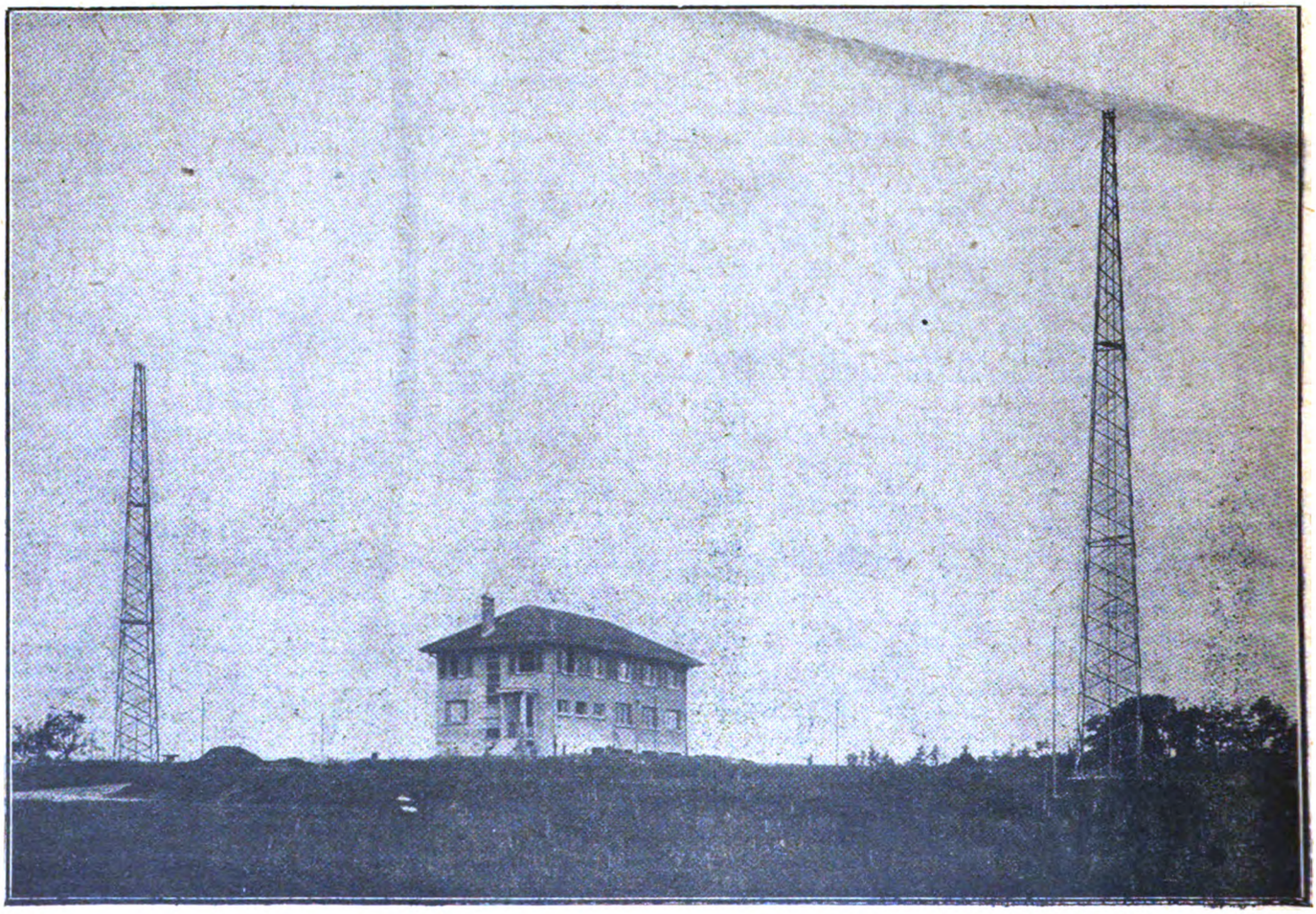
de conception moderne et retransmettent au bureau de Genève les messages des stations travaillant aux plus grandes vitesses. La station de Colovrex comprend en outre deux récepteurs d'ondes courtes. Elle peut ainsi assurer quatre communications simultanées. Les locaux peuvent abriter au moins dix récepteurs, et ce nombre sera prochainement atteint, nous a-t-on dit.

Réception et transmission sont coordonnés par le bureau de Genève, situé dans la rue du Stand. Ses installations automatiques lui permettent de satisfaire aux exigences les plus difficiles du trafic moderne. Les appareils ont été montés selon les indications des ingénieurs Anselmi, Bondallaz, sous la haute direction du Dr. F. Rothen, directeur général de la Société Radio-Suisse.

***

En vertu d'accords signés entre la Société des Nations, et la Société Radio-Suisse, ainsi que le Gouvernement Fédéral, la station de Prangins est exploitée en temps normal par la Société Radio-Suisse. Elle passera en temps de crise entre les mains de la S. D. N. dont les messages jouiront, même en temps de paix, de la priorité de transmission. A côté du trafic de la S. D. N. la station assure normalement la transmission de la correspondance suisse. En conséquence les frais que la Société des Nations aura à supporter se trouveront réduits d'importante façon. Disons encore que tout a été prévu pour que, suivant les besoins de la S. D. N., le poste d'émission de Prangins puisse être agrandi.

Alfred LEVY.



L'antenne réceptrice de Radio-Nations.

Digitized by Google

CONVERSATION RADIOPHONIQUE

J'AI sollicité l'honneur d'être reçu par vous, Monsieur, car il m'est arrivé hier soir une aventure vraiment extraordinaire : j'ai parlé avec la planète Mars, oui, Monsieur, absolument comme je parle aujourd'hui avec vous... ».

M. Hollywood, honnête rentier, qui occupait ses nombreux loisirs à l'émission et à la réception radiophoniques, était dans un état de surexcitation incroyable. Ses cheveux blancs en désordre, sa cravate mal nouée et sans épingle, son pardessus poussiéreux, tout dénotait chez cet honorable gentleman l'émotion la plus intense. Il habitait la banlieue de Londres, et les voisins qui le virent ce matin-là sortir de chez lui furent frappés de la précipitation de sa démarche. Lui, si pondéré, si calme, aux habitudes si bien assises, avait provoqué la terreur de sa vieille nurse, qui ne comprenait rien à cette véritable révolution.

Il avait couru chez John Roys, le savant bien connu, membre de l'Académie Royale des Sciences et célèbre par ses travaux sur la radiophonie. Celui-ci, dès ses premiers mots, l'enveloppa d'un regard inquiet. Hollywood cependant continuait :

— Vous devez certainement, Monsieur, émettre des doutes sur la véracité de mes dires. Est-ce là une chose si extraordinaire? En l'an 2.000, évidemment, cela pouvait paraître impossible, mais aujourd'hui, en l'an de grâce 2.050 ? Vous savez que j'ai installé dans mon cottage les appareils d'émission et de réception les plus perfectionnés. J'ai longuement étudié les manuels traitant en détail de toutes ces questions de propagation des ondes, notamment les travaux de Blondel, de Zennek, de Watson et d'Austin que vous connaissez beaucoup mieux que moi. J'ai été très frappé des progrès considérables que la technique des petites ondes avait fait faire à la radiodiffusion. Je suis parti du fait que l'onde électromagnétique, comme tout mouvement vibratoire, subit une réduction d'intensité très grande en se propageant dans un milieu matériel. Nous n'avons toujours utilisé jusqu'ici les ondes que dans une mince coquille constituée par l'atmosphère, milieu hétérogène, où les variations de température, de pression, d'humidité sont des causes certaines de troubles. J'ai pensé à m'évader de cette mince coquille sous laquelle nos émissions étouffent littéralement, se chevauchent, s'interfèrent et font que les amateurs qui ne possèdent pas un poste tout à fait perfectionné et ultra-sélectif, s'arrachent les cheveux devant la cacophonie invraisemblable qui sort de leur haut-parleur. Donc, je faisais des essais d'émissions suivant différentes inclinaisons lorsque brusquement, ce fait inoubliable s'est produit ! J'ai crevé la fameuse couche, le plafond, réflecteur d'ondes d'Heaviside. J'ai réduit cette théorie à néant et voici de quelle façon. Je parlais devant le microphone pour provoquer une réponse et déterminer ainsi facilement les points d'où j'étais entendu et par conséquent la portée de mon émission. Cela durait depuis un certain temps et, devant mon insuccès, je m'apprêtais à arrêter mes appareils, très étonné de ce silence inattendu des postes européens, asiatiques ou américains. Et, tout à coup, cette voix étrange dans son accent et son intonation. Cette voix musicale qui me fait encore frissonner. Quelles visions invoqua-t-elle en moi à cet instant !

— Ici, poste central de Mars. Une anomalie se produit dans nos appareils. Quel est le poste qui parle ?

Je crus d'abord à une vulgaire plaisanterie, mais une conversation s'engagea immédiatement entre eux et moi et je dois avouer, Monsieur, que leur émotion n'était pas moins forte que la mienne. N'y avait-il pas de quoi ?

M. John Roys commençait à donner des signes d'impatience.

— Et que vous ont-ils dit, les Martiens !

— Oh ! Monsieur, nous avons bavardé toute la nuit et elle a passé avec une rapidité ! Ah ! d'autres êtres vivants et plus civilisés que nous peut-être : des voix d'autres planètes ! un monde entièrement nouveau ! Quelle Amérique ai-je découverte ! Avaient-ils des guerres, des usines, des automobiles des aéroplanes, la crise des logements ? J'écoutais les réponses avec ravissement et curiosité, bénissant le ciel d'un privilège si grand qui m'était échu à moi, humble mortel ! La tête m'en tournait. D'après ce qu'ils m'ont raconté, notre compatriote, H. G. Wells, sans les avoir jamais vus ni entendus, ne s'est sans doute pas beaucoup trompé dans les descriptions qu'il en a données il y a lontemps déjà. Figurez-vous qu'ils sont obligés de manger énormément et très souvent, à cause du froid intense qui règne chez eux et cela leur donne un ventre énorme. Vraiment curieux, n'est-ce pas ? Mais ces braves gens n'ont aucune idée de ce que c'est le thé et je les plains de tout mon cœur.

Naturellement, j'ai noté aussitôt la position des manettes et les indications de mon ondemètre. Vous devez comprendre, Monsieur, vous, qui êtes un grand savant, la joie profonde qui fut la mienne devant ce nouveau et immense progrès accompli par la science et mon orgueil d'y avoir contribué!...

John Roys eut un mouvement que M. Hollywood chercha vainement à interpréter.

— Mais, enfin, voyons, cher Monsieur, permettez, dit John Roys avec condescendance. Comment voulez-vous que les Martiens aient pu vous parler en anglais, ce n'est tout de même pas pour avoir lu les romans de H. G. Wells !

Sachant sa réplique irréfutable, il se leva à cet instant avec un sourire discret...

M. Hollywood s'apprêtait à lui répondre et voulut le regarder fixement comme pour le foudroyer, mais grand fut son étonnement de le voir s'estomper peu à peu. Il se sentit alors tiré par la manche :

« Mister Hollywood, il est 9 heures. »

C'était sa vieille nurse qui venait le réveiller comme d'habitude avant de lui servir son petit déjeuner.

En vous abonnant, l'exemplaire de « Radioélectricité et Q S T Français réunis » ne vous coûtera que cinq francs. Vous aurez en outre l'avantage de le recevoir régulièrement à domicile et, si vous vous abonnez avant le 31 mars 1930, il vous sera fourni gratuitement une très belle carte radiophonique de l'Europe.

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ETRANGERE

ARGENTINE

REVISTA TELEGRAFICA (Buenos-Ayres). — Année XVIII, nº 206. Novembre 1929.

Récepteur électrifié blindé à quatre lampes, par G. Romero et Kohlmaier.

Sous la signature de deux techniciens éminents, rédacteurs attitrés à la *Revista Telegrafica*, auteurs du « Z. 4 », paraît une description complète accompagnée de plans et photographies d'un circuit récepteur à quatre lampes, à monoréglage, alimenté entièrement par le secteur alternatif.

Ce récepteur, du type bien connu popularisé par *L'Antenne* il y a quelques années sous la dénomination de « C.-119 », se compose d'une lampe haute fréquence à grille écran et à cathode chauffée indirectement (E. 442), liaison par circuit-bouchon, d'une détectrice à réaction magnétique sur la résonance (lampe à chauffage indirect E. 424), d'une première basse fréquence à transformateur (lampe à chauffage indirect E. 409) et d'une deuxième basse fréquence à transformateur également (lampe à chauffage direct RE. 604). Prise du haut-parleur par l'intermédiaire d'une self de protection. Jack P. U.

Le circuit d'alimentation comprend un transformateur à trois secondaires à prises médianes fournissant respectivement 5 volts pour le chauffage de la biplaque redresseuse type 1560 ou 280, 600 volts pour la plaque, et 4 volts pour la basse tension des lampes réceptrices. Le filtre est en double π par self 100 M. A. et capacités de 2 et 4 M F.

L'ensemble est contenu dans un même coffret métallique divisé en quatre compartiments inégaux pour les circuits : H. F., détectrice (40 × 20 × 20 cm.), B. F. (40 × 10 cm.) et alimentation (15 × 26 × 20 mm).

Les lampes réceptrices à cathode indirecte employées sont à culot, 5 broches facilitant le changement de tubes et les vérifications. Le circuit de chauffage est effectué, comme il se doit, en conducteurs souples torsadés de un millimètre de section traversant les blindages H. F. et détectrice immédiatement au-dessous des supports de lampes. De cette façon, les inductions nuisibles sur les circuits de grille et de plaque sont évitées. La grille de la H.F. doit être polarisée à —1,5 volt si on veut obtenir une sensibilité et une puissance convenables ; cette tension, comme du reste celles des grilles B.F., est obtenue à l'aide de résistances disposées dans la partie « alimentation ». La plaque de cette même lampe est alimentée en parallèle au moyen d'une self d'arrêt haute fréquence double type Twin Choke 277 D. La réaction magnétique est indispensable pour augmenter la résistance du circuit de résonance en raison de celle interne présentée par la lampe H. F.

Le « monocontrol » est obtenu par l'emploi de deux capacités accord et résonance jumelées, couplées en bout d'arbre.

Le circuit de réaction, commandé par une petite capacité, est monté en parallèle à l'aide d'un choc haute fréquence 277 D. La commande de la puissance d'audition (volum control) est assurée par une résistance variable de 500.000 ohms en parallèle sur le secondaire du deuxième transformateur; elle est utilisée pour les réceptions en T. S. F. et lors de l'emploi du P. U. La quatrième lampe — deuxième B. F. — est une Telefunken 604 dont les caractéristiques sont les suivantes :

Filament : 4 volts sous 0,65 amp.
Voltage plaque : 200 volts.
Courant normal plaque : 50 MA.

L'impédance très faible de ce tube oblige l'usager à prévoir un transformateur ou une self de sortie. Il supporte une élévation de voltage plaque atteignant 50 volts; avec 50 volts de polarisation grille le débit plaque ne dépasse pas 60 MA., et la puissance obtenue (1,5 watt modulé) est plus que suffisante pour actionner un dynamique normal. La polarisation grille exacte doit être déterminée avec soin si on ne désire pas voir augmenter le débit plaque à 100 MA. et même plus, ce qui occasionnerait une détérioration rapide de la lampe et de la valve redresseuse.

Les auteurs déconseillent l'emploi, pour le filtre, de condensateurs « blocs », estimant que la simplification de câblage qu'ils permettent ne peut compenser l'ennui occasionné par la mise en court-circuit de l'une des « cellules ». Des capacités séparées sont préférables, car elles permettent d'effectuer tous branchements et remplacements utiles.

La valve employée est une Philips 1560 ou une Radiotron 280; elle fournit un débit maximum de 100 MA., plus que suffisant pour l'appareil n'exigeant que 80 MA. Une résistance à prises de 10.000 ohms prévue entre le filtre et le récepteur permet de disposer de 170 volts pour les plaques des lampes H. et B. F., de 90 pour l'écran H. F. et de 40 pour la détectrice. Un potentiomètre de 5 à 600 ohms en série avec la résistance à prises permet d'obtenir toutes les tensions de polarisation.

Ajoutons, pour terminer, que l'accord Bourne de cet appareil, prévu uniquement pour la réception du Broadcasting sur ondes de 250 à 600 mètres, comporte un primaire de 15 spires avec prise facultative à la spire 6, un secondaire de 50, une résonance de 85 et une réaction de 20. Fil 5/10 sur tubes de 50 mm. de diamètre.

Jusqu'à quel point les P. U. peuvent-ils être considérés comme parfaits ? — Par J. Sar.

Après avoir rappelé brièvement la constitution et le fonctionnement des reproducteurs électromagnétiques, l'auteur parle des P. U. piezo-électriques et statiques.

Le P. U. piezo-électrique est basé sur la propriété bien connue qu'ont les cristaux de quartz de se contracter sous l'influence des variations de potentiel auxquelles sont soumises leurs faces. Dans les P. U. de ce type, l'aiguille frottant sur le disque enregistré est solidaire d'une lame métallique mobile autour d'un axe et appuyant sur une lame mince de quartz ; ces variations de pression sont traduites en variations de potentiel qui peuvent alors être amplifiées suivant les méthodes classiques. Ce type de P. U., s'il ne peut être considéré à l'heure actuelle que comme une simple curiosité de laboratoire, sera sans nul doute perfectionné et est susceptible d'entrer dans le domaine pratique.

Le fonctionnement théorique des P. U. dits « à contacts » est, lui aussi, très simple : l'aiguille agit directement (au moyen d'un accouplement mécanique) sur une capsule microphonique semblable à celles utilisées dans les microphones. Puissants, ces P. U. ne possèdent d'autres avantages qui motivent leur emploi ; ils sont instables et procurent un souffle caractéristique.

Autrement intéressants sont les reproducteurs électrostatiques qui, de la façon la plus simple, peuvent être considérés comme un condensateur dont la capacité varie selon la fréquence inscrite sur le disque et transmise par l'aiguille. Deux méthodes différentes sont utilisées pour la réalisation de ce type de P. U. Selon l'une (celle dite « de charge »), le condensateur chargé se décharge sur la grille de la première lampe amplificatrice lorsque l'organe, soumis à des variations de capacité, se trouve en concordance de fréquence avec les variations. C'est sur ce principe que sont basés les microphones statiques pour Broadcasting de la « Western Electric ».

Dans la deuxième méthode, le condensateur P. U. agit sur le réglage d'un oscillateur ou le passage d'un courant de haute fréquence. On peut voir que, tant au point de vue théorique que pratique, le P. U. électrostatique peut être considéré comme parfait en raison de son inertie nulle et de l'absence de fréquence propre.

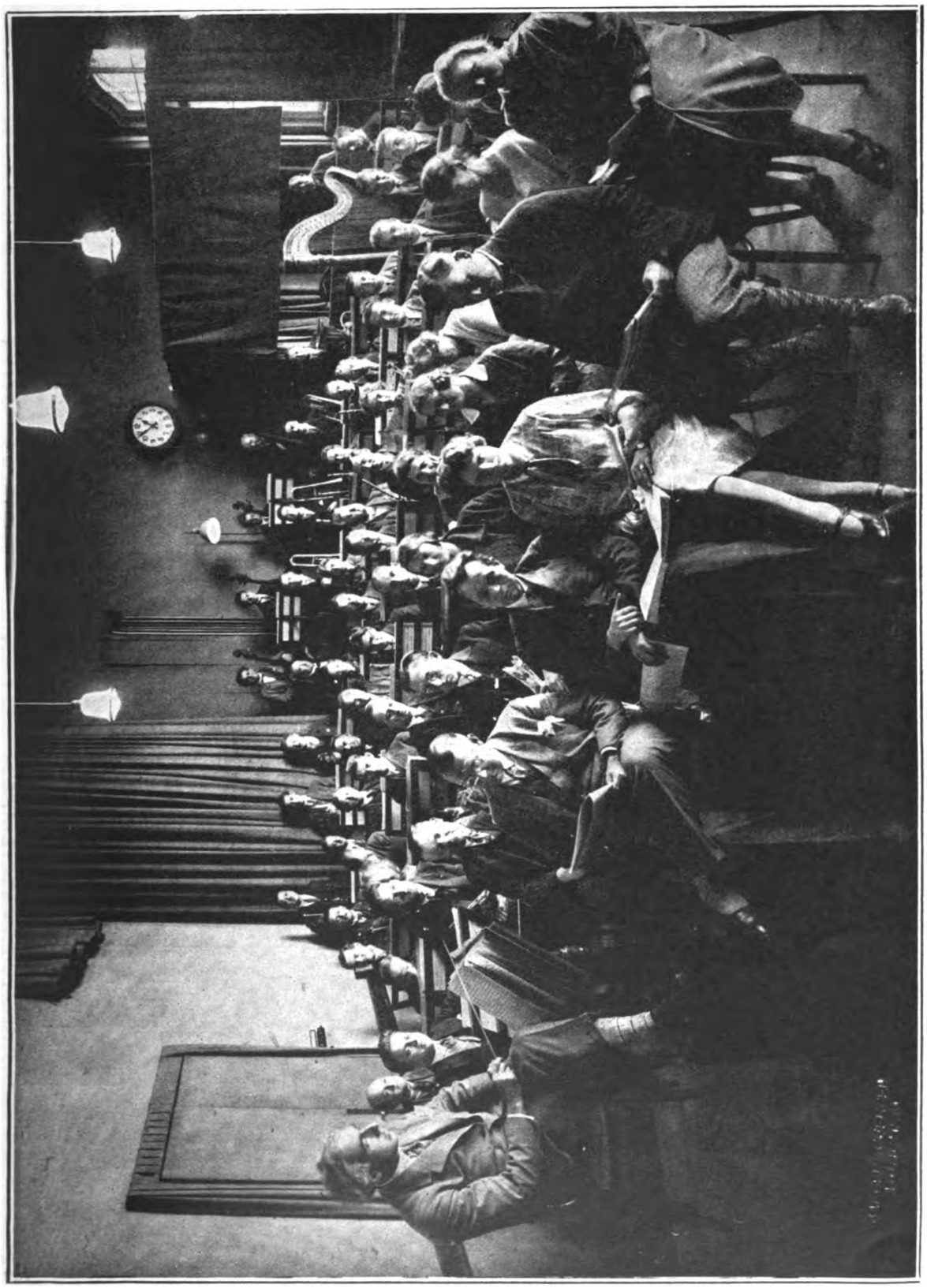
Cette courte comparaison effectuée, l'auteur revient au système électromagnétique en usage habituellement chez les amateurs.

Seuls, le poids du reproducteur et l'inertie normale de l'armature support constituent des inconvénients qu'il est sinon impossible, du moins très difficile d'éliminer. Des graphiques montrent les pointes de résonance très nets sur les 200 et 4.000 périodes, pointes occasionnées par les fréquences propres de la bobine et de l'aiguille. Ces pointes sont d'autant plus accusées que la sensibilité du reproducteur est plus grande — ou, pour parler plus correctement, que le voltage du courant produit est plus élevé. La valeur moyenne du courant donné par un P. U. en fonction de la fréquence reproduite est plus régulière lorsque le système d'équilibre de l'équipage mobile est constitué par des coussinets de caoutchouc; par contre, les « pointes » dont il est parlé plus haut sont beaucoup plus accusées. Le fameux « bruit d'aiguille » dont il importe de réduire l'importance au minimum est occasionné plus par le frottement du style dans le fond du sillon que contre les parois latérales.

L'auteur envisagerait une solution de réalisation assez délicate, mais là son sens efficace : le moteur d'entraînement du plateau, en même temps qu'il assurerait la rotation du disque, agirait par l'intermédiaire d'une vis sans fin sur le bras porte P. U. et communiquerait à celui-ci un déplacement latéral en synchronisme avec le « pas » des sillons et la vitesse de la galette enregistrée. L'aiguille serait ainsi maintenue automatiquement au centre du sillon sans effort de friction, ce qui permettrait de diminuer dans de grandes proportions le poids de la membrane électrique sans avoir à craindre de voir sauter l'aiguille, comme il arrive actuellement lorsque la pression du P. U. n'est pas assez forte.

Le second inconvénient n'est pas moins grave : la barrette de fer doux portant l'aiguille doit être maintenue dans une position

Digitized by Google



L'AUDITORIUM DE MUNICH PENDANT LA TRANSMISSION D'UN CONCERT.

Digitized by Google

UNE PARTIE D'ÉCHECS ENTRE DEUX JOUEURS ÉLOIGNÉS
ET MIS EN LIAISON L'UN AVEC L'AUTRE PAR T. S. F.

Digitized by Google

médiane entre les deux pôles de l'aimant ; tout système accessoire (ressorts métalliques, coussinets de caoutchouc, etc.) augmente l'inertie de cette lame mobile et abaisse de ce fait la fréquence limite pouvant être reproduite. En outre, l'action des harmoniques venant se combiner avec celle de la fréquence propre, il en résulte une reproduction diffuse et floue. La barrette vibrera en outre suivant sa fréquence de prédilection, exagérant certaines fréquences et timbres et apportant une déformation notable. Enfin la bobine elle-même, par suite de son inductance et de sa capacité, résonnera à une fréquence propre et ajoutera un effet nuisible à ceux qui viennent d'être signalés.

En résumé, on peut voir que les P. U. ne sont pas aussi parfaits que ce qu'ils paraissent et qu'ils sont susceptibles d'être perfectionnés par la suite.

Un dispositif anti-fading pour le « Superband ». — Par Carlos Sansaldo.

Le dispositif anti-fading décrit doit être rapproché de celui indiqué dernièrement par le technicien français L. Chrétien ; il a le grand avantage de pouvoir être adapté très facilement sur n'importe quel récepteur superhétérodyne, avec détection par la plaque, et ne nécessite qu'une petite batterie auxiliaire et une résistance variable de 20.000 ohms.

Dans le système Chrétien, applicable uniquement aux récepteurs munis d'une détection par la caractéristique grille, lorsque l'intensité du signal diminue, le courant anodique appliqué à la détectrice tend à augmenter, mais le produit R . I tendant aussi à augmenter, les tensions des grilles amplificatrices diminuent, les voltages B et C restant invariables. La sensibilité augmente, car le potentiel grille des amplificatrices devient plus négatif. L'inverse se produit si l'intensité du signal augmente. Ce moyen très efficace de combattre le fading est inadaptable à une détection par la plaque (à moins de prévoir un double système détecteur).

Dans le dispositif Sansaldo, la lampe détectrice est alimentée au chauffage par une batterie autonome dont le négatif est connecté au +A — B par l'intermédiaire d'une résistance variable (20.000 ohms). Les retours des grilles des lampes M. F. sont effectués au négatif de la batterie de chauffage de la détectrice, entre ce — A et la résistance dont il vient d'être parlé. Lorsque le récepteur est en fonctionnement, le circuit de plaque de la détectrice est parcouru par un courant d'intensité I dont la valeur varie en raison de la tension appliquée à la grille de cette même détectrice. Ce courant détermine dans la résistance R une différence de potentiel égale à I × R, en conséquence l'extrémité F (—A détectrice) de la résistance sera positive par rapport à celle P de potentiel O (—B +A amplificatrices), et le sera d'autant plus que le courant traversant R sera plus intense.

Lors de la réception d'un signal, le potentiel positif F variera par rapport à P suivant les variations d'intensité de ce signal ; en d'autres termes, si le signal est plus fort, le courant plaque augmente (et ne diminue pas comme dans le cas de la détection par la grille) ainsi que la différence de potentiel entre F et P, F devenant plus positif par rapport à P. L'inverse se produit lorsque le signal devient plus faible.

Si le retour de grille des amplificatrices est connecté en F, le potentiel de grille de ces lampes sera R × I, plus positif que le négatif filament de celles-ci, et sera plus ou moins positif selon que le signal sera plus ou moins fort ; la sensibilité diminue ou augmente respectivement. En faisant varier la valeur de la résistance R on fera varier le facteur de relation entre les variations de courant-plaque et celles de potentiel de grille. Dans la pratique, il sera nécessaire de porter les potentiels grille des amplificatrices à une valeur convenable et telle que le circuit présente la sensibilité maximum en l'absence de toute réception, ce qui peut être obtenu soit en intercalant dans le retour de grille une petite batterie auxiliaire, soit encore en connectant la résistance R à un potentiel plus ou moins positif pris sur la batterie « A » de la détectrice.

Il est indispensable que le récepteur possède le maximum de sensibilité pendant la recherche des stations. Ce point est capital. En outre, ce dispositif est utilisé comme régulateur automatique du volume.

La valeur de la résistance R sera calculée en fonction du débit plaque de la détectrice et du potentiel suivant la formule :

$$R = \frac{V}{I}$$

elle variera donc entre 3.000 et 10.000 ohms.

L'auteur termine en parlant de l'adaptation de ce dispositif au superhétérodyne « Superband » et aux circuits M. F. alimentés en alternatif.

Emetteur graphie et phonie de conception moderne. — Par Jammes J. Lamb et Beverly Dudley.

Excellente traduction du « Q S T » americain de sept. 1929, pp. 9 à 18, par S. P. Acuña, de laquelle nous extrayons les points capitaux :

Le circuit décrit fonctionne de façon efficace tant en graphie qu'en phonie (modulation 100 %) et l'onde obtenue est parfaitement fixe, l'oscillation étant commandée ou non par cristal. Le prix d'établissement est relativement bas par suite de l'emploi de lampes de type réception, travaillant sous un voltage plaque faible.

Le circuit se compose d'un oscillateur Mesny utilisant deux lampes Radiotron UY. 227 ou de Forest 427 à chauffage indirect travaillant sous 180 volts, attaquant un amplificateur également équilibré monté avec deux Rad. UY. 224 ou DE. F. 424 à chauffage indirect et à grille écran (sous 180 volts également). Les grilles oscillatrices sont polarisées à 22 volts, celles amplificatrices à 67,5 volts ; l'écran des amplificatrices est porté à 75 volts. Un cristal de quartz stabilisateur peut être disposé en parallèle sur l'inductance grille de l'oscillateur. Le circuit peut être complété par un troisième étage amplificateur modulateur, également équilibré (deux lampes Rad. UX. 245 ou DE. F. 445 à chauffage direct sous 250 à 300 volts plaque).

L'amplificateur microphonique comprend deux étages à transformateurs.

A citer également dans ce même numéro :

Notes sur le « T. 4 » électrifié. — Par F. Laconca.

La super-usine de Buenos-Ayres.

Cordoba possède un Broadcasting modèle.

Normalisation des récepteurs dans le Sud-Amérique. — Par Felix Molero.

RADIO REVISTA. — (Buenos-Ayres. — Octobre 1929).

Un ensemble amplificateur Radiophonique. — Par Ern. Sans Capdevila.

Cet ensemble comprend, dans un meuble de grand luxe, un récepteur radiotéléphonique, un amplificateur de B. F. utilisé indifféremment après ce circuit ou un P. U., un circuit d'alimentation de tension « A. B. C. », un moteur de phonographe et un reproducteur électrodynamique.

Le récepteur radiotéléphonique comprend deux étages H. F. par transformateur secondaire accordé, une détectrice par la caractéristique grille et deux étages B. F. par résistances-capacités. Lampes à chauffage direct par courant alternatif redressé (Kuprox et filtre). L'amplificateur de puissance se compose de trois étages push-pull, liaison par résistances, lampes à chauffage direct sur l'alternatif, chaque étage alimenté par un secondaire spécial. Le redresseur « B » comporte une valve biplaque et un filtre en double π. Un second redresseur avec valve monoplaque distincte est prévu pour le dernier étage amplificateur de puissance.

Construction et théorie des H. P. électrodynamiques. — Par L. Chrétien.

Traduction d'un article de notre collègue français L. Chrétien paru dans la presse française (*T. S. F. Moderne*) et indiqué comme ayant été donné par *L'Antenne*.

Reproduction effectuée sans aucun souci technique et déformations regrettables de la pensée de l'auteur.

Un émetteur portatif pour ondes courtes.

Traduction sans référence d'un article paru dans la presse nord-américaine. Circuit Split Coil Hartley, modulation par absorption. Alimentation plaque assurée par trois batteries de 45 volts en série et un accumulateur. Lampe du type 201 A. L'ensemble est monté sur le même panneau d'une manière assez heureuse.

Les nouveautés Silver-Radio. — Par Mc. Murdo Silver.

Bref compte rendu de la dernière exposition des fabriquants Radio et exposé sommaire des nouvelles conditions qui président à l'établissement des installations modernes :

1° Emploi de lampes à écran de grille et chauffage indirect sur alternatif comme amplificatrices H. F. et détectrices de puissance.

2° Usage d'un accord « band selector » et suppression du « sideband cutting » (atténuation des fréquences musicales élevées).

3° Emploi de lampes spéciales en push-pull pour l'alimentation d'un reproducteur électrodynamique permettant l'amplification de fréquences comprises entre 50 et 5.000 périodes. Puissance modulée d'environ 3 watts.

4° Régularisation automatique du secteur urbain alternatif.

5° Tendance à l'utilisation d'antennes plus réduites et même de cadres.

6° Emploi d'un seul étage B. F. après une détectrice de puissance.

7° Peu de tendance à l'emploi du H. P. électrostatique en raison du peu d'efficacité de ce dernier et des tensions de polarisation élevées qu'il nécessite.

8° Généralisation de l'accord « automatique ».

9° Reproduction de hautes fréquences jusqu'à 4 à 5.000 pér. avec dispositif d'élimination en cas de décharges atmosphériques.

Description du châssis « Silver Radio » blindé répondant à ces conditions.

Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

UNE INNOVATION DANS L'ALIMENTATION DES BATTERIES DE T. S. F. LE TUNGAR BIVOLT

L'appareil que nous allons décrire est un redresseur n'utilisant qu'une seule valve Tungar redresseuse et qu'une lampe régulatrice pour recharger simultanément la batterie de chauffage des filaments (4 *V.*), *et la batterie de tension-plaque* (80 *ou* 120 *V.*).

L'emploi croissant, par le sans-filiste, de petites batteries d'accumulateurs a démontré l'utilité d'un redresseur robuste et de petites dimensions, permettant la recharge sans avoir à débrancher constamment les batteries du poste quand celles-ci se trouvent complètemen. déchargées.

Le Tungar BIVOLT *réalise ces conditions, il fait disparaître les incommodités jusqu'à présent inhérentes à la recharge, et supprime d'un coup les difficultés de toutes sortes posées par l'alimentation des lampes.*

Avec lui, plus n'est besoin, dans le but d'éliminer l'emploi des batteries, d'utiliser un redresseur branché sur le secteur alternatif. On sait que l'emploi d'un tel appareil est très coûteux ; il peut amener l'apparition de bruits de fonds et de parasites qui troublent les réceptions, en particulier celles des postes émetteurs éloignés.

En outre, dans le cas d'une panne de secteur, ce qui peut toujours arriver, il n'y a plus d'audition possible. Un groupe redresseur-batteries éloigne cette crainte.

Le Tungar BIVOLT *permet, nous l'avons dit, la recharge simultanée des batteries filament 4 volts de capacité normale* (10 *à* 15 *ampères-heures*) *et tension-plaque* 80-120 *volts* (0,8 *à* 1,5 *ampère-heure*).

La consommation pour la charge simultanée des deux batteries de 4 et 120 *volts est très réduite et d'environ* 65 *Wh. Dans le cas d'appareils à charges séparées ou simultanées utilisant deux valves, la consommation croît rapidement pour un même débit.*

Cet appareil comporte, monté sur un socle en tôle emboutie, le transformateur d'alimentation, ainsi qu'un interrupteur tétrapolaire dont le support isolant porte les douilles des lampes redresseuse et régulatrice.

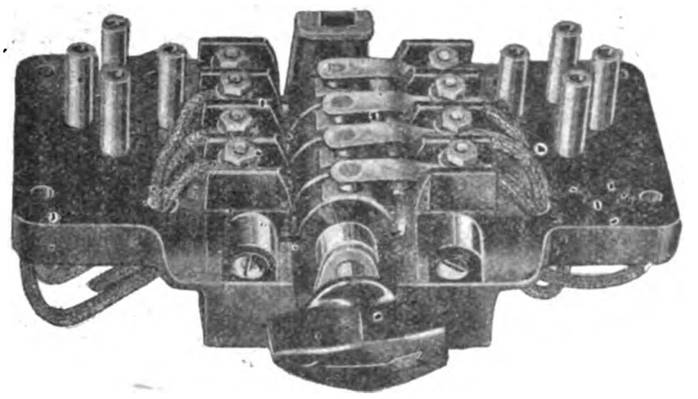


Fig. 1. — Les connexions du Tungar BIVOLT.

Le transformateur a été l'objet d'une étude très détaillée, alors que dans beaucoup d'appareils bon marché, le constructeur sacrifie la qualité du transformateur a l'apparence extérieure du capot qui l'enferme. On est parvenu à réaliser pour la Tungar BIVOLT, *une élégante présentation qui complète agréablement la fabrication soignée et les qualités techniques du transformateur.*

Celui-ci est du type cuirassé comportant un circuit magnétique particulièrement bien étudié, réalisé avec des tôles de toute première qualité, ce qui réduit les pertes au minimum.

Le transformateur et le bloc interrupteur support de lampes sont protégés par un capot ajouré que complète un couvercle facilement démontable, muni de deux orifices pour le passage des lampes. Deux écrous moletés, se vissant sur les tiges de fixation des tôles du transformateur, maintiennent le capot et le couvercle. Il suffit de les enlever pour mettre à nu le transformateur et l'interrupteur.

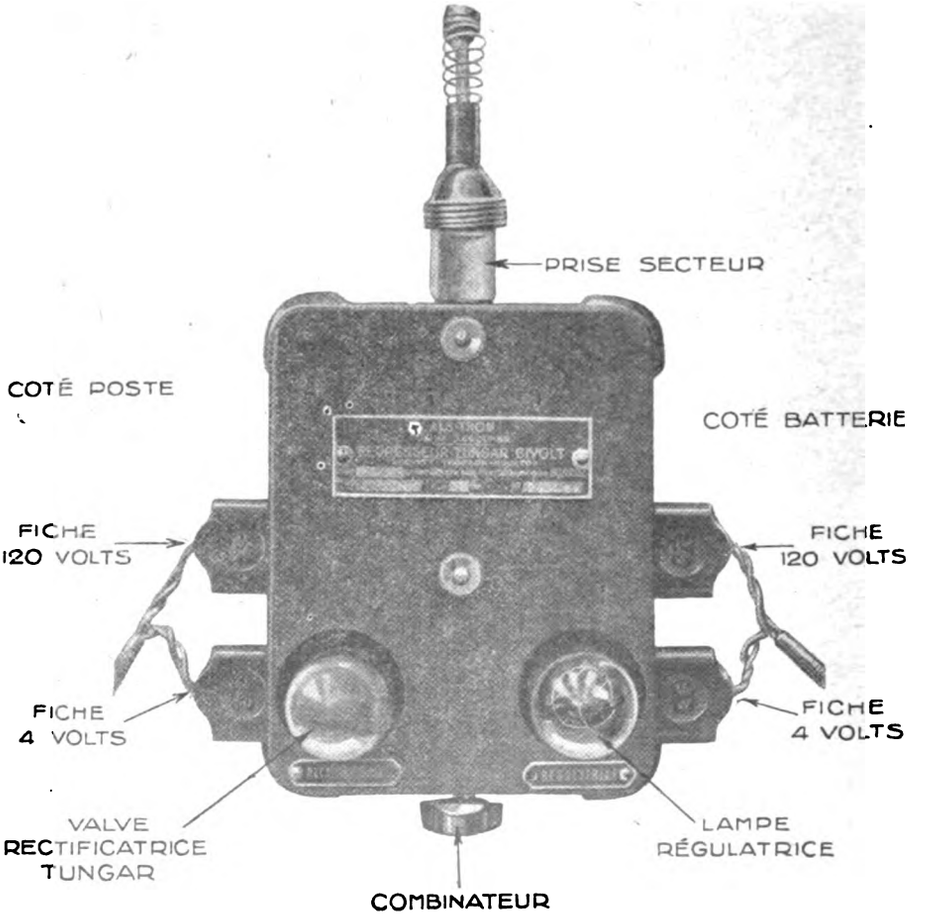


Fig. 2. — Combinateur du Tungar BIVOLT Détail des connexions).

Digitized by Google

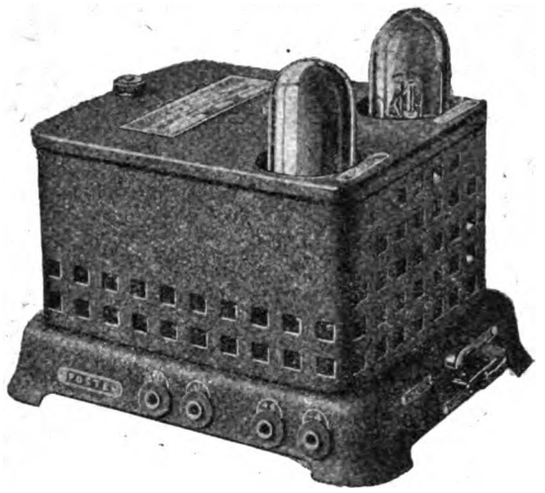


Fig. 3. — Tungar BIVOLT.

Le transformateur est muni de prises 110, 130 *volts ou* 190, 220 *volts au primaire et* 80, 120 *au secondaire.*

Les connexions correspondantes sont effectuées à la mise en service, selon que l'appareil doit être utilisé pour l'une ou l'autre des tensions primaires et que l'on emploiera 80 *ou* 120 *volts au secondaire.*

Le raccordement du redresseur aux batteries et au poste est fait une fois pour toutes ; les connexions correspondantes sont réalisées au moyen de fiches bipolaires à écartement standard, à raison de deux fiches côté poste et deux fiches côté accumulateurs.

L'alimentation par le secteur se fait au moyen d'un raccord analogue à celui couramment utilisé pour certains appareils de chauffage.

L'interrupteur tétrapolaire est manœuvré au moyen d'un bouton muni d'une flèche indicatrice que l'on amène en face des indications "Charge", "Ecoute", "Arrêt" fixées sur le socle de l'appareil.

Cet interrupteur réalise simultanément toutes les connexions nécessaires, aussi bien au primaire qu'au secondaire du transformateur, pour permettre la recharge simultanée, l'écoute ou la coupure simultanée des divers circuits.

En particulier, il coupe le courant du secteur dans les positions "Ecoute" et "Arrêt". Dans la position "charge" les batteries sont déconnectées du poste et reliées directement au redresseur par l'intermédiaire de l'interrupteur. Dans ce cas, où la recharge simultanée se fait avec une seule ampoule redresseuse, le BIVOLT *a un pôle positif unique constitué par l'anode de l'ampoule et connecté aux deux pôles positifs des batteries. Il s'ensuit que celles-ci ont leurs pôles positifs connectés l'un à l'autre.*

D'autre part, dans la position "Ecoute" les connexions du poste T.S.F. réunissent un pôle de la batterie de tension-plaque à l'un des pôles de la batterie de chauffage. Il sera donc nécessaire de supprimer cette dernière connexion lorsqu'on passera à la position "charge", puisqu'à ce moment les deux pôles + seront reliés entre eux.

Si cette précaution n'était pas prise, la batterie de tension-plaque se trouverait, dans la position "charge", branchée aux bornes de la batterie de chauffage ou mise en court-circuit.

Le Tungar BIVOLT *permet la recharge simultanée avec les courants redressés suivants :*

Batterie filament : 4 *volts sous* 1,2 *ampère.*

Batterie-plaque : 80 *ou* 120 *volts sous* 0,6 *ampère.*

Ces débits ont été choisis suffisamment réduits, pour n'amener aucune détérioration des batteries utilisées normalement en T.S.F.

Il est possible, en cas de nécessité, d'effectuer la charge séparée de l'une ou l'autre batterie en retirant simplement, dans la position "charge", la fiche d'alimentation de la batterie que l'on ne désire pas charger.

Il est certain que cet appareil si peu encombrant et très pratiquement conçu, qui remplit avec autant de succès les desiderata *des amateurs de T.S.F., leur rendra des services unanimement appréciés.*

Possédant dès lors une boîte d'alimentation totale par accumulateurs formant un bloc complet, délivrés de tout souci d'entretien, les sans-filistes élimineront les inconvénients que présentait la recharge des batteries par des appareils spéciaux qui nécessitaient de nombreuses manipulations et étaient une source d'erreurs et d'ennuis.

A. LUGIER.

Afin de rendre plus facile la recherche des stations émettrices, « Radioélectricité et Q S T français réunis » a édité pour ses abonnés une carte radiophonique de l'Europe qui leur permet de connaître, exactement et d'avance, la direction qu'ils doivent donner à leur cadre pour recevoir au mieux une émission déterminée.

Cette carte qui ne sera pas vendue sera adressée gratuitement et franco de port à tous les titulaires d'abonnements en cours et, jusqu'au 31 mars, aux souscripteurs d'abonnements nouveaux.

Digitized by Google

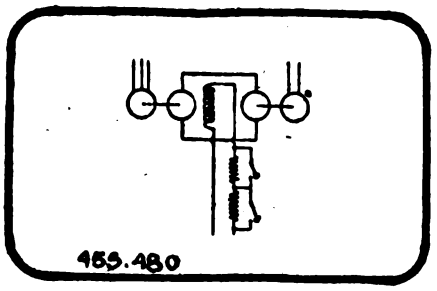
LES BREVETS

BREVETS ALLEMANDS

Nous publions ci-dessous les caractéristiques essentielles des principaux brevets français et étrangers. Pour pouvoir en donner le plus grand nombre, nous sommes obligés d'en condenser la description et les dessins. Aux lecteurs qui désireraient des renseignements complets, nous pouvons fournir la copie entière des brevets qui les intéresseraient plus particulièrement.
S'adresser à M. Ch. Faber au Service des Brevets de " Radioélectricité et Q S T Réunis " qui fournit gratuitement tous renseignements sur les questions de brevets, marques ou modèles.

N° 455.480. — TELEFUNKEN GESELLSCHAFT.

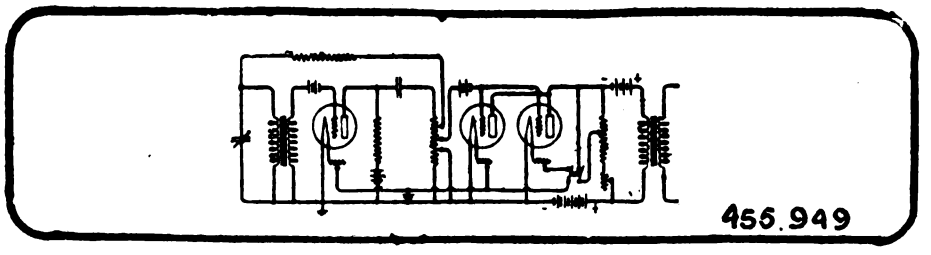
Dispositif pour maintenir constant le nombre de tours des moteurs générateurs, notamment pour haute fréquence, caractérisé par ce fait qu'on augmente artificielle-



ment la chute de tension dans le circuit d'utilisation du moteur, par l'introduction d'une résistance ohmique ou, en cas de commande par courant continu, par compoundage ou par les deux moyens à la fois.

N° 455.949. — ELECTRICAL RESEARCH PRODUCTS.

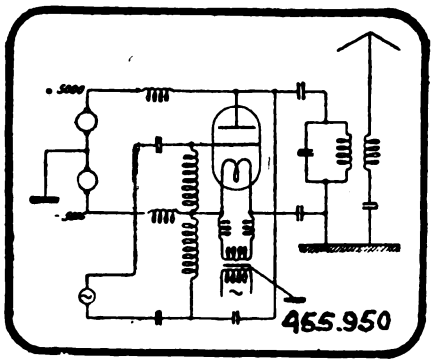
Emetteur à tubes caractérisé par ce fait que pour la réaction entre le circuit d'entrée



et le circuit de sortie on utilise un dispositif de couplage limitant l'amplitude maximum des oscillations produites.

N° 455.950. — LORENZ AKT. GES.

Dispositif pour postes à tubes électroniques, notamment d'émission sans fil, avec source de courant d'anode de haute tension à courant continu, dispositif caractérisé par ce fait que la mise à la terre du côté du courant continu se fait en un point situé entre le pôle positif et le pôle négatif de la tension.

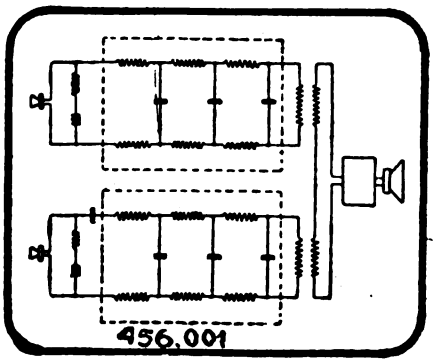


N° 455.932. — PLEWS.

Procédé de fabrication de plaques d'accumulateurs électriques, caractérisé par ce fait que les cadres remplis de pâte sont soumis à l'état humide en vase clos à une température élevée et à une haute pression de vapeur ou de gaz, de sorte que l'eau des plaques ne peut pas s'évaporer, cette eau étant ensuite chassée par détente.

N° 456.001. — SIEMENS ET HALSKE.

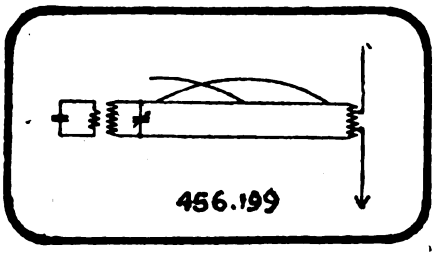
Dispositif pour éviter la transmission d'ondes acoustiques indésirables par microphone, avec emploi d'au moins deux microphones montés de manière que pour une excita-



tion d'intensité égale, les courants produits par les microphones se compensent, toutes les fréquences voisines des chiffres d'oscillation propre des microphones étant éliminées par des filtres.

N° 456.199. — TELEFUNKEN GESELLSCHAFT.

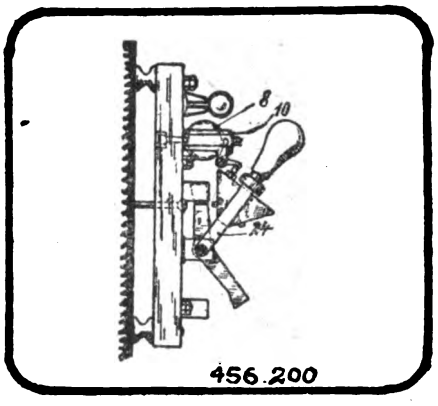
Conducteur d'énergie pour alimenter des antennes par un émetteur ou pour retirer de l'énergie d'une antenne pour récepteur ayant une longueur supérieure à un quart de longueur d'onde et se composant de deux fils parallèles sur lesquels on produit une onde stationnaire. Pour produire le



déphasage le plus favorable à la transmission d'énergie sur ce conducteur, on monte un condensateur dans l'émetteur ou le récepteur, en combinaison avec la bobine de couplage.

N° 456.200. — LINKE.

Système de parafoudre pour postes de radio, dans lequel la foudre débraye un commutateur qui relie l'antenne à la terre. Un commutateur à levier commandé par un électro-aimant est relié à une cartouche de parafoudre, de telle manière que lorsque



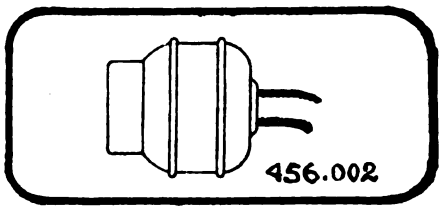
l'excitation de la bobine (8) de l'électro-aimant (10) de ce dernier est attirée et déplace automatiquement le levier à ressort (24) du commutateur, de façon à isoler l'antenne du poste récepteur et à la mettre à la terre.

N° 456.201. — CALLAHAN.

Appareil récepteur pour ondes électriques, comprenant un casque à deux écouteurs, dont l'un contient le détecteur et l'autre le dispositif d'accord.

N° 456.002. — MOELLER.

Moyen pour protéger les objets d'électricité en porcelaine ou autre matière isolante et cassante, caractérisé par ce fait qu'aux



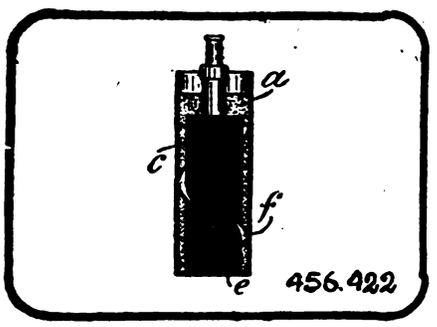
endroits des joints on dispose des couches en caoutchouc, fibre, etc., en saillie sur le corps de l'objet, de manière qu'en tom-

Digitized by Google

bant, la partie en porcelaine ne subisse pas de détérioration.

N° 456.422. — KLEINMANN.

Pile sèche caractérisée par ce fait que pour centrer le cylindre de charbon (*c*) dans le



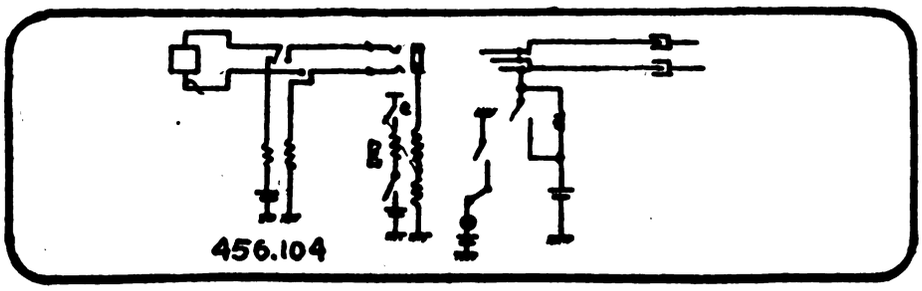
cylindre de zinc (*a*) on utilise une bande (*f*) s'enroulant en spirale autour du premier et formée d'une pièce avec le fond (*e*).

N° 456.157. — WERNEBURG.

Boîte acoustique pour machine parlante, etc., présentant un fond plan ou bombé avec nervures formant des chambres dont les fonds se trouvent à des distances différentes de la membrane oscillante, ces distances étant proportionnelles aux flexions de cette membrane (*m*).

N° 456.104. — SIEMENS ET HALSKE.

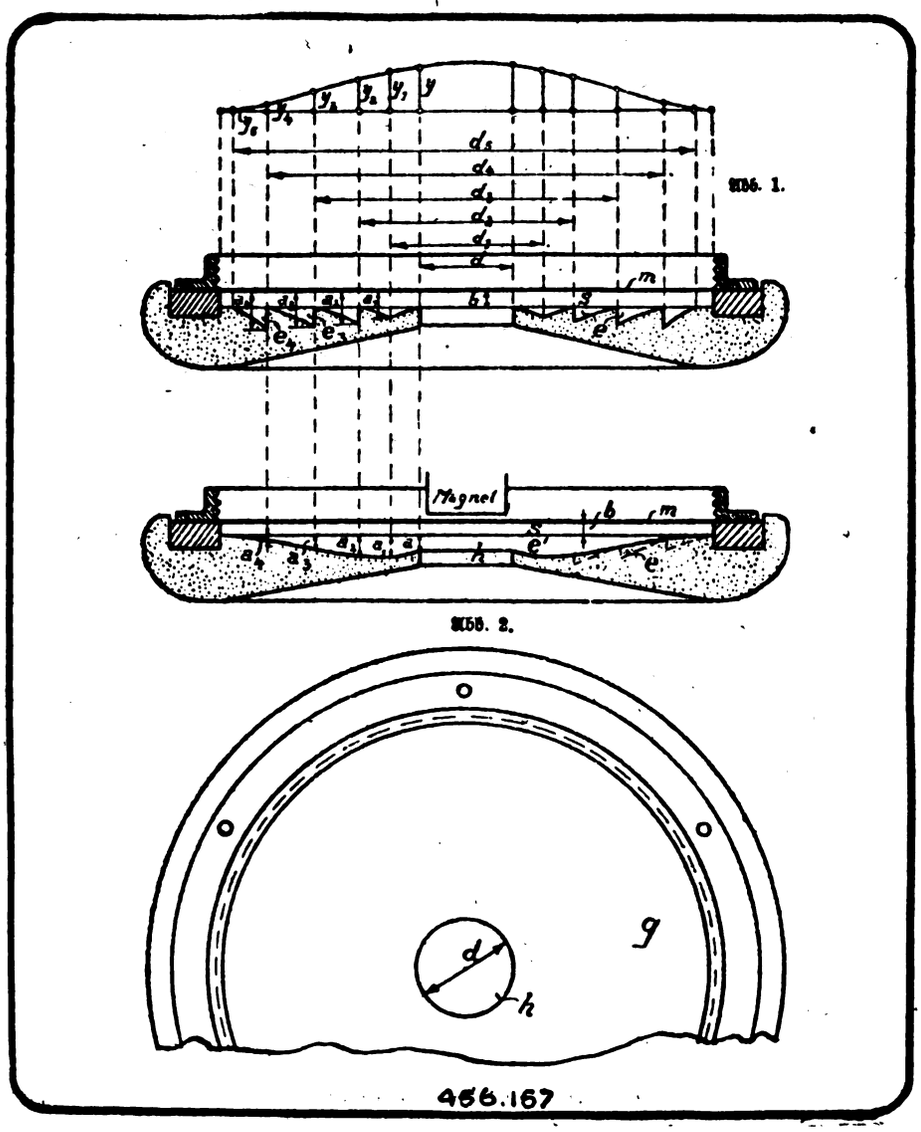
Système de montage de téléphonie, notamment pour compteurs téléphoniques, dans lequel une poussée de courant amène dans



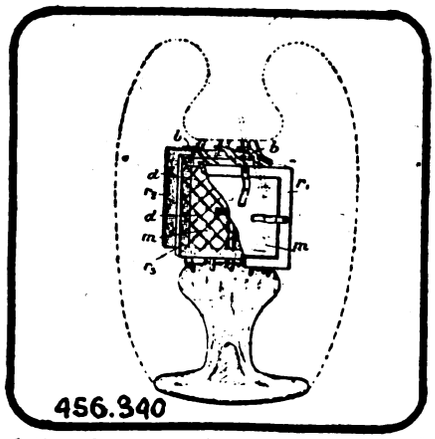
la position de travail l'armature d'un électro-aimant parcouru constamment par le courant, ceci par suite d'une variation d'intensité du courant, tandis qu'un moyen amenant une variation de champ dans l'électro-aimant assure le retour de l'armature à la fin de la poussée de courant, le champ qui assure le retour de l'armature dans sa position de repos étant produit par la fermeture d'un contact spécial (*e*) lors du fonctionnement de l'électro-aimant (E) influencé par la poussée de courant.

N° 456.340. — SIGNAL GESELLSCHAFT.

Dispositif d'amplification pour courants électriques avec emploi de tubes amplificateurs à vide munis d'électrodes libres,



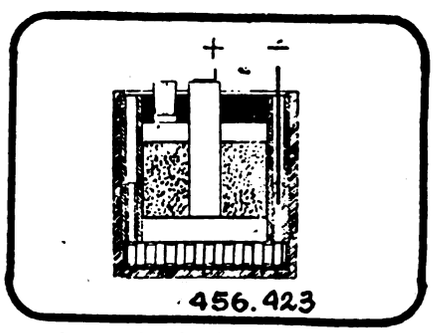
dispositif caractérisé par ce fait que les systèmes oscillants mécaniques, formés par les électrodes et leurs supports, présentent un accord élevé par rapport à la fréquence tonique à amplifier ou sont fortement amorties, en vue d'éviter une oscil-



lation de ces systèmes et, par suite, la formation de tons secondaires.

N° 456.423. — MALICHATKA.

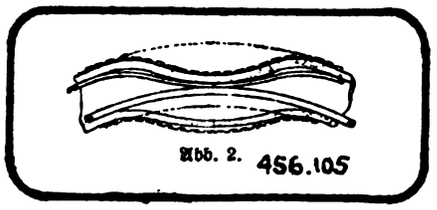
Accumulateur à électrolyte alcalin, caractérisé par ce fait que son électrode négative se compose d'une grille en tôle disposée horizontalement et munie d'une



paroi verticale de faible hauteur, cette grille étant recouverte d'une couche d'amalgame de zinc, dont la teneur en zinc ne dépasse pas 15 %.

N° 456.105. — NAGGY.

Système de contact électrique en forme de câble entouré d'une enveloppe élastique et comportant des conducteurs nus qui, à l'état de repos, ne se touchent pas, mais



viennent en contact par une pression sur le câble, les surfaces de contact se trouvant l'une en face de l'autre dans la position de repos.

Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 33 — Janvier 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde, suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1.500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Keston (près de Londres) de la British Broadcasting Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P. T. T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

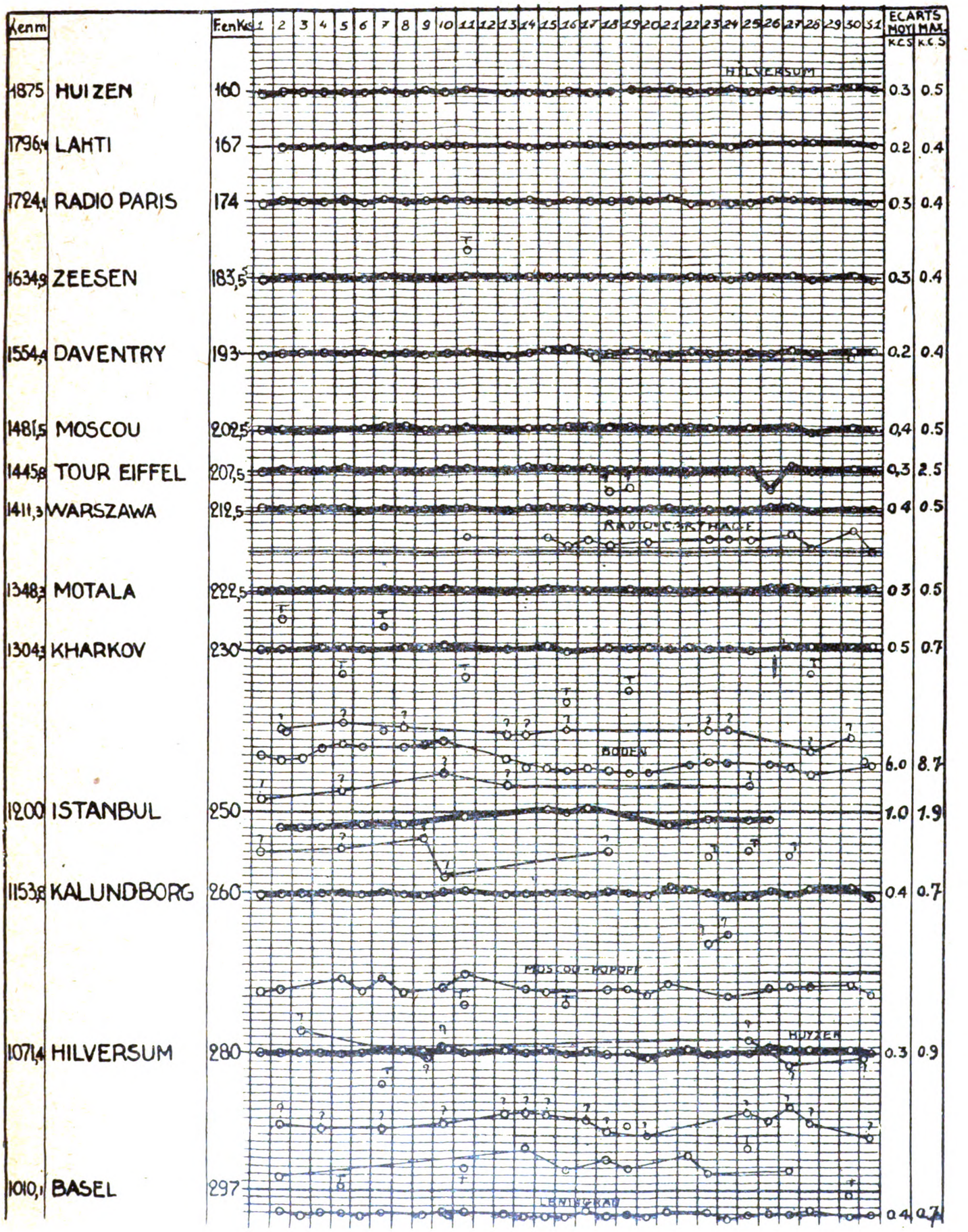
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 février 1930.

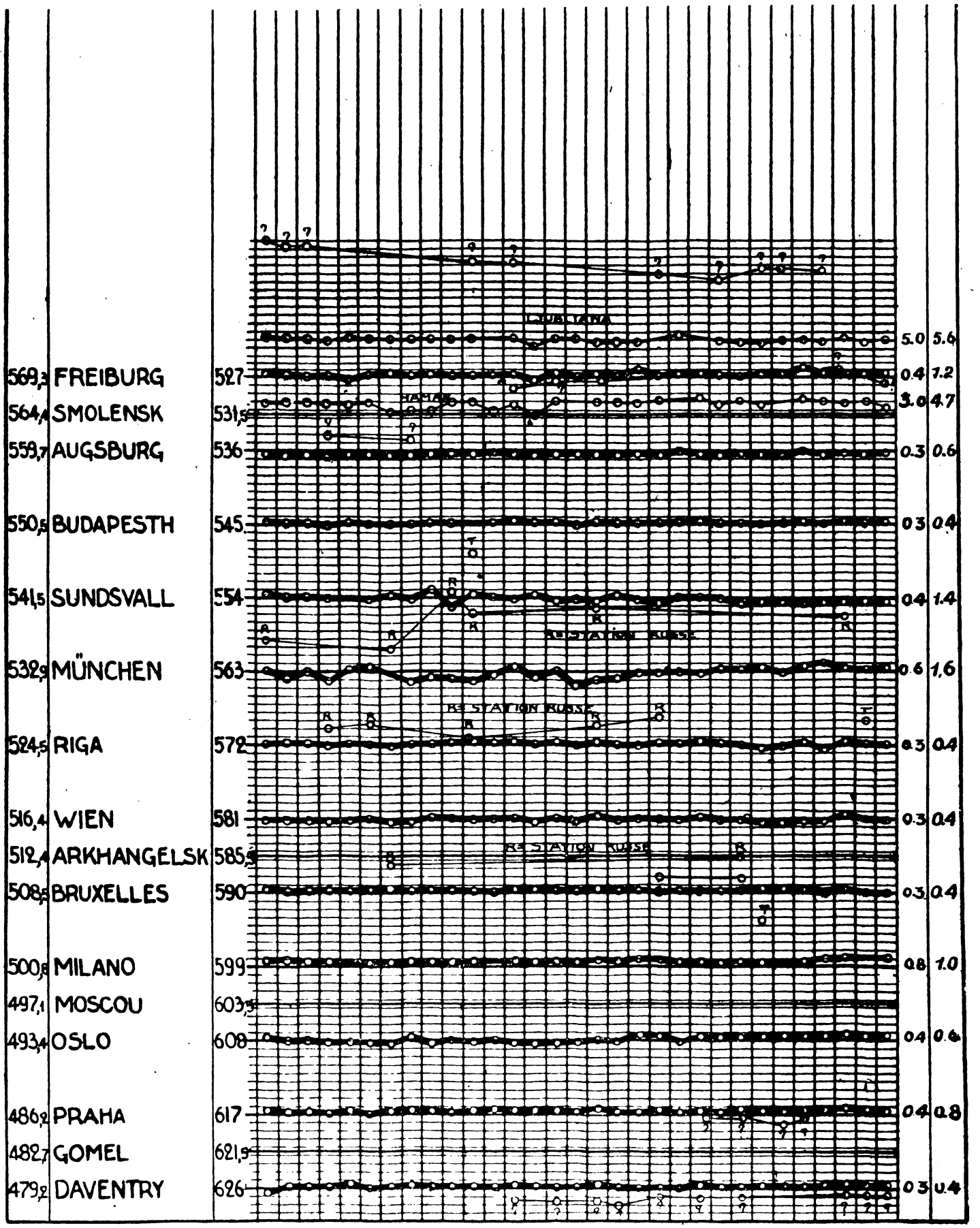
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

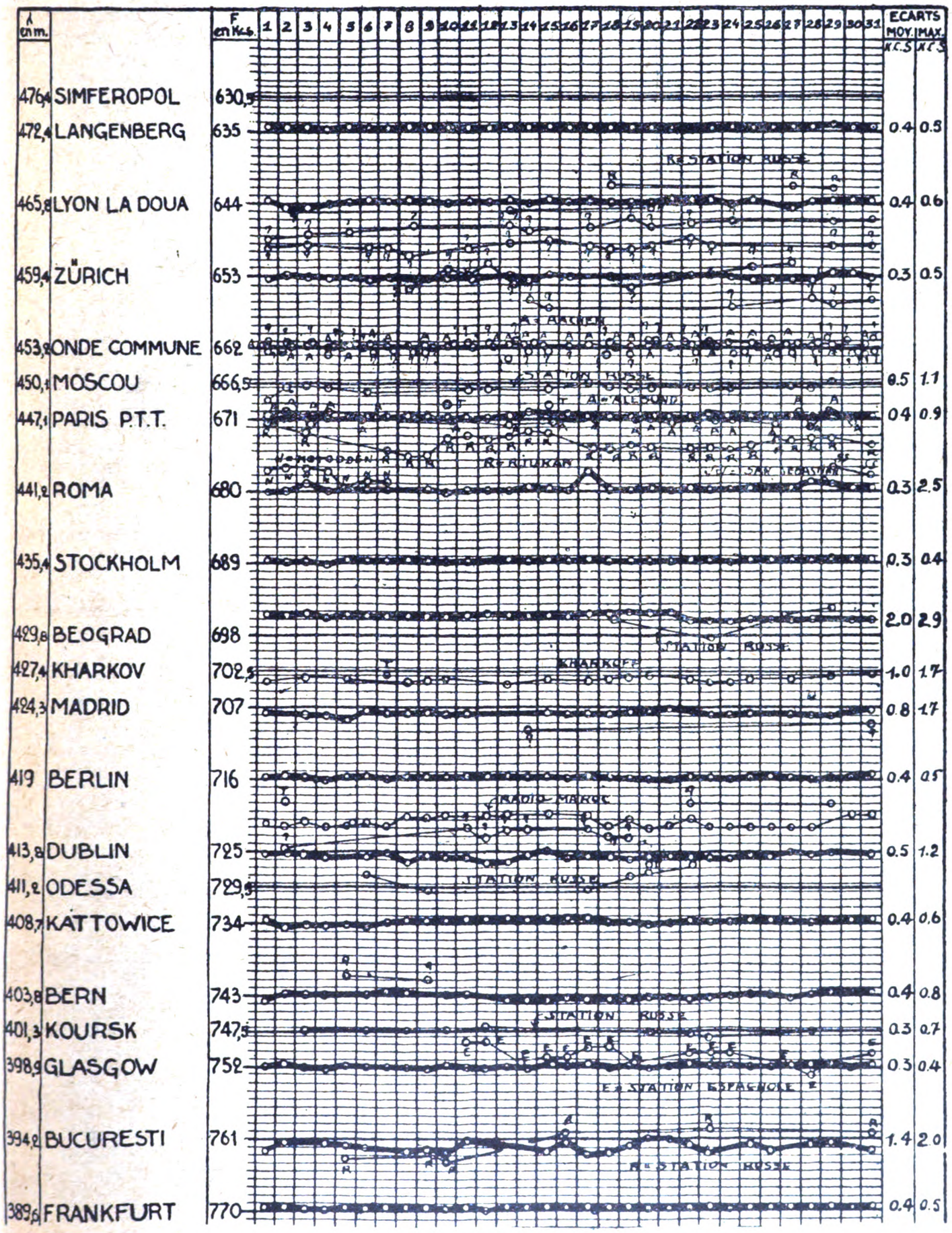
Digitized by Google



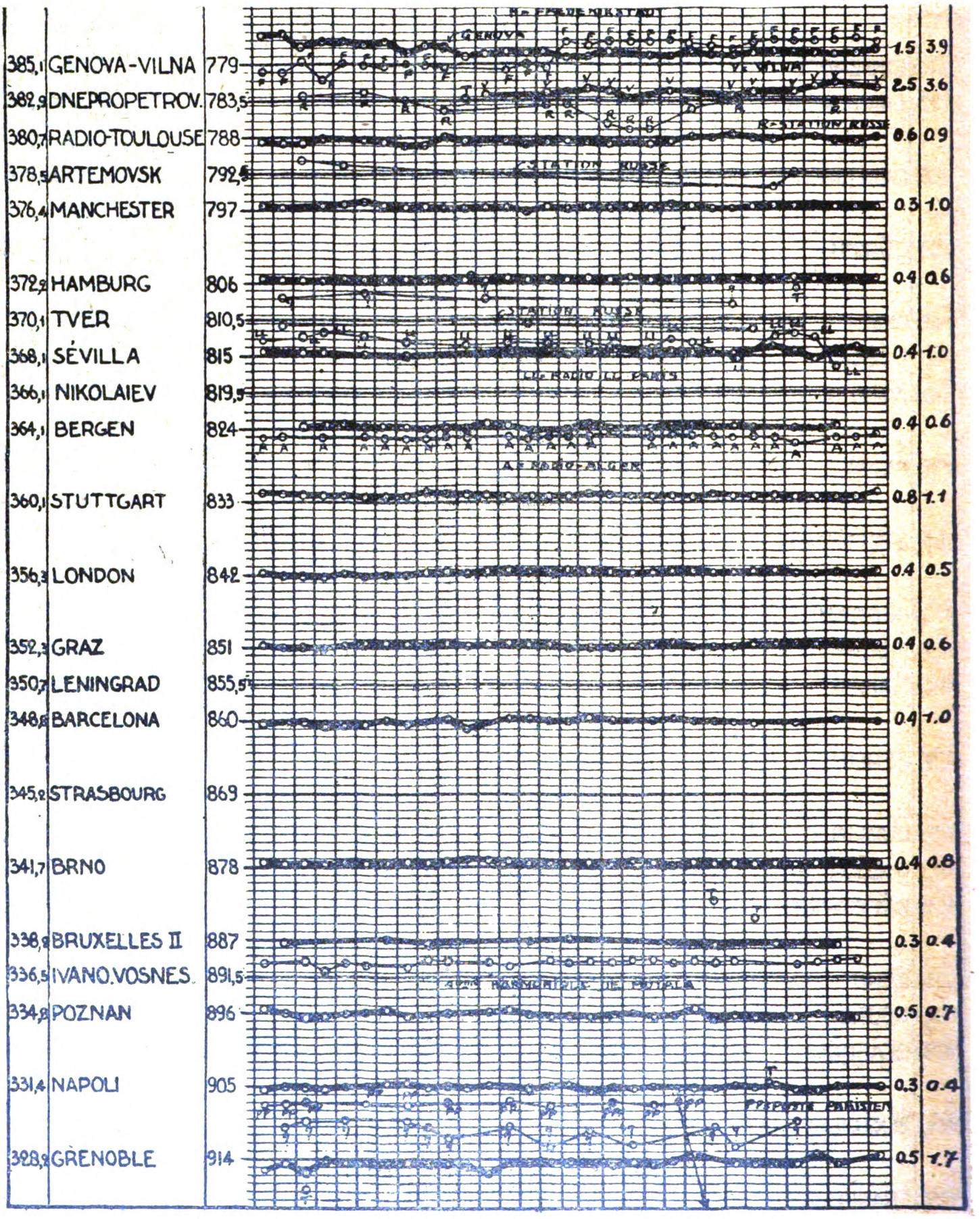
Digitized by Google



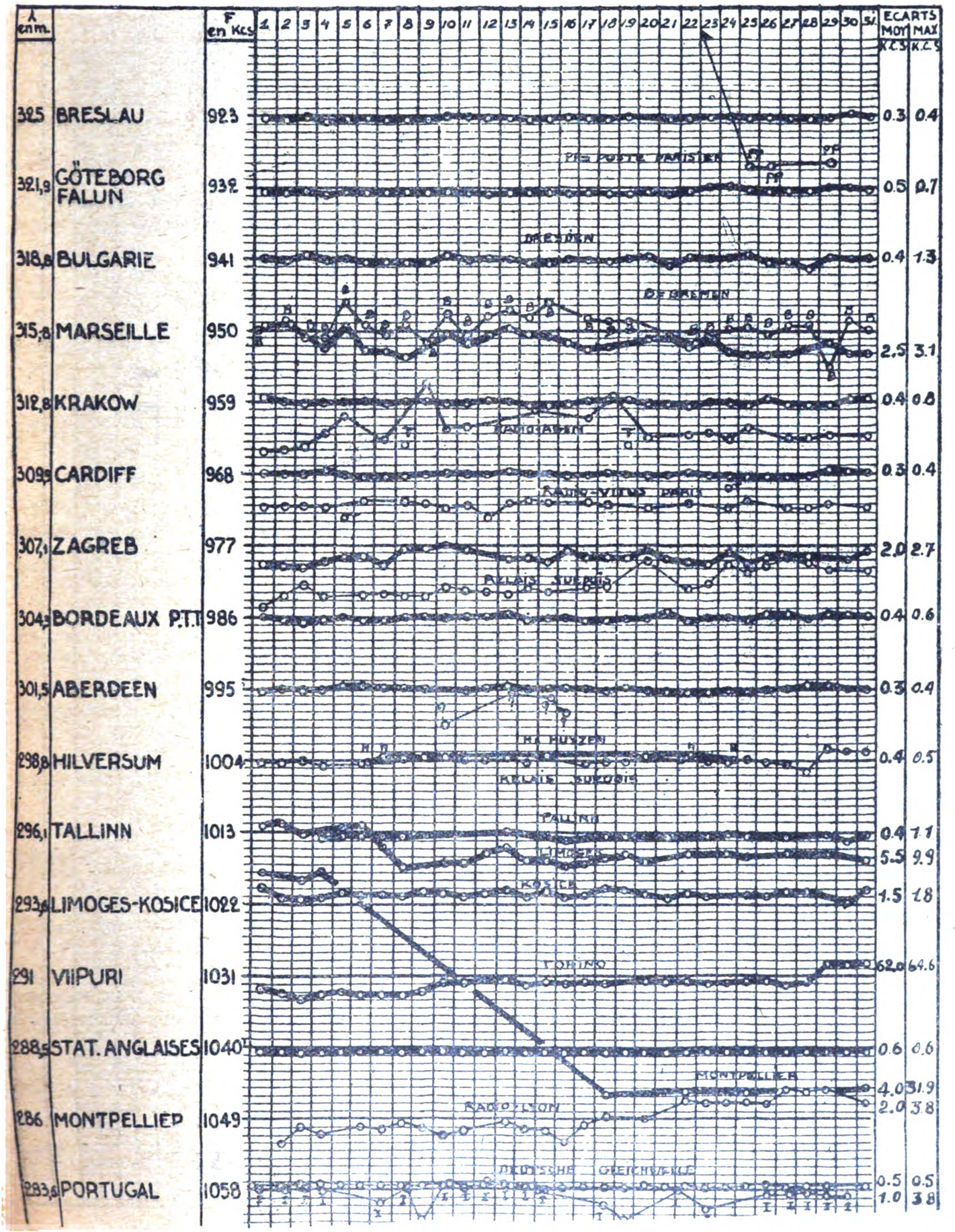
Digitized by Google



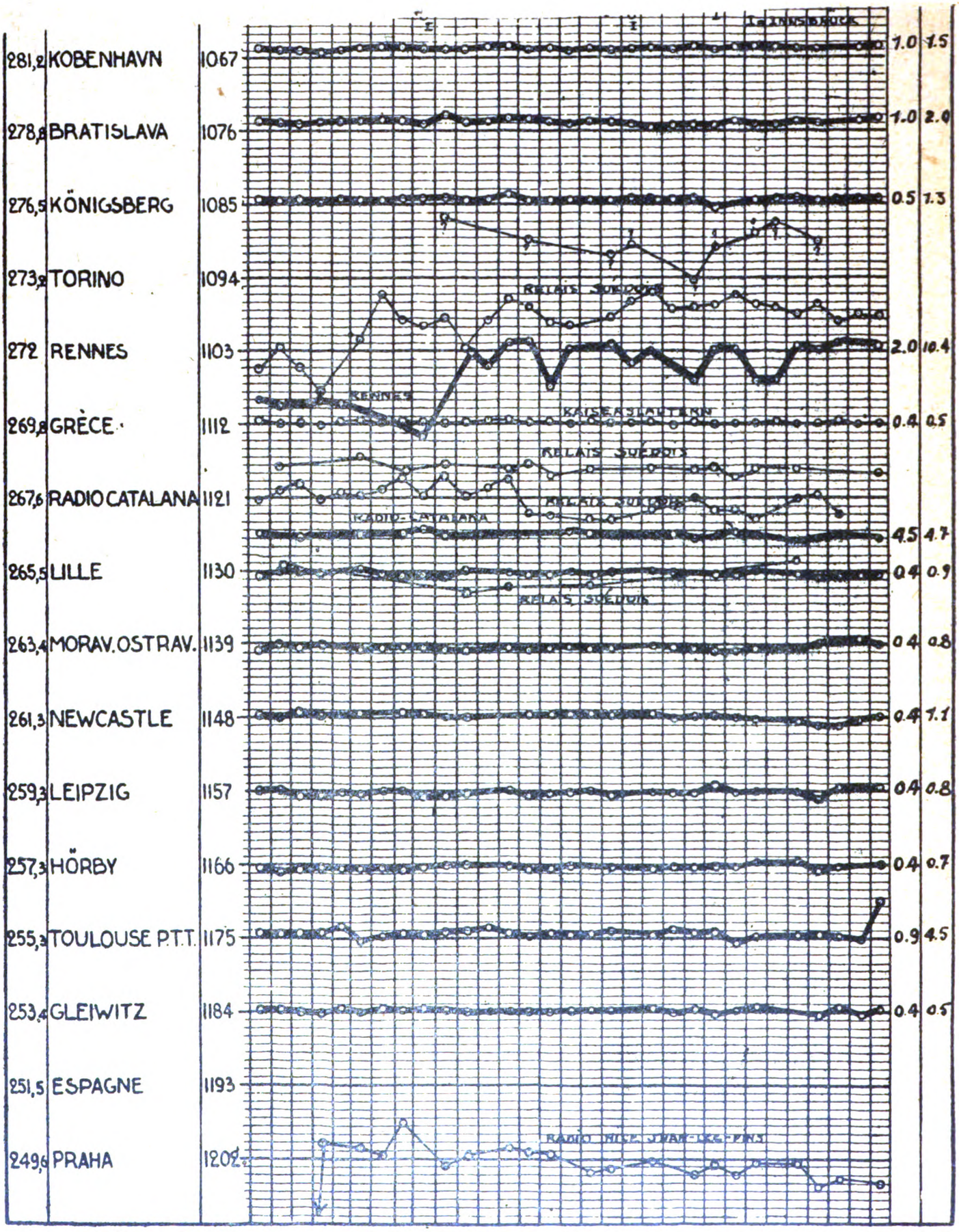
Digitized by Google



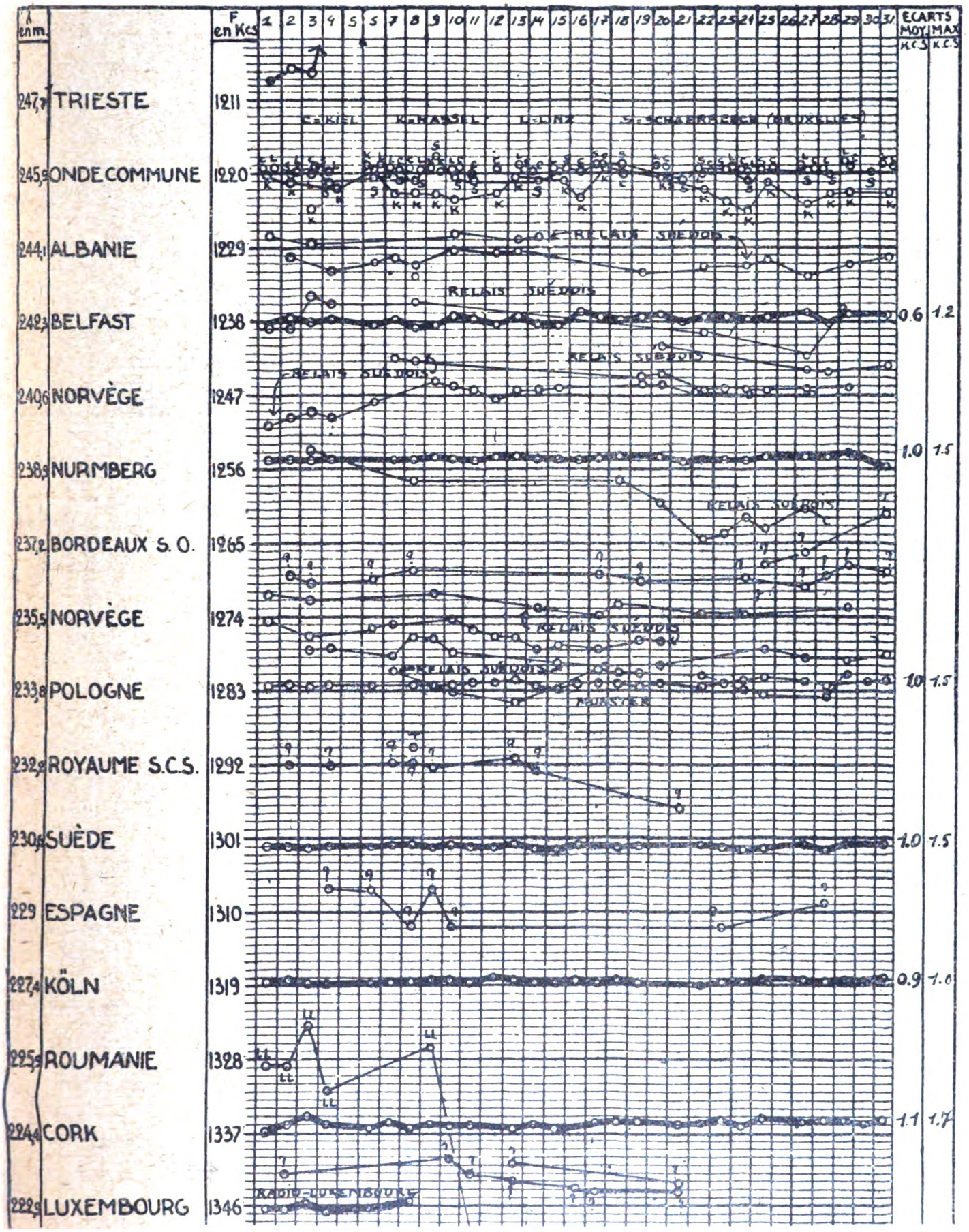
Digitized by Google



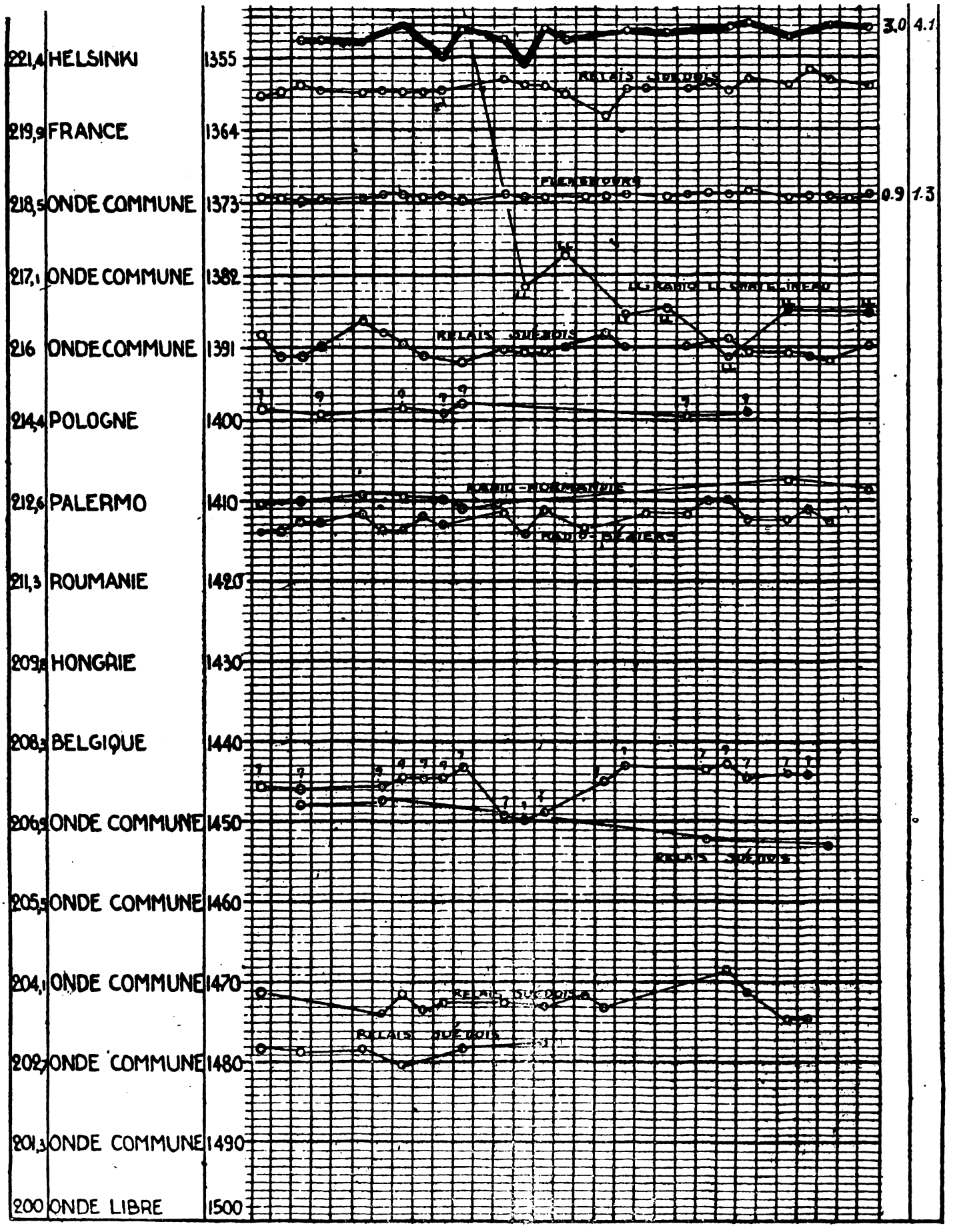
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

IIe Année | No 73 | AVRIL 1930

RADIOELECTRICITE ET -QST- "FRANÇAIS"

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS :
France et Colonies.. .. .. 70 fr. par an
Etranger .. .. 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITÉ :
53, rue Réaumur, PARIS (2e)

TÉLÉPHONE :
Richelieu 88-27
Louvre 69-72

Sommaire :

	Pages
Aimants et champs magnétiques (Général CARTIER)	2
Les grandes heures de la T. S. F. (Léon DE LA FORGE)	6
Etude d'un récepteur de luxe (Antoine TAILLIEZ)	11
L'hétérodyne de mesure et ses applications (Louis L'HOPITAULT)	15
Les amplificateurs haute fréquence (Jean BARRÉ)	28
Graphiques ou imaginaires (J. GRANIER, *ingénieur E. S. E.*)	38
Note sur la modulation plaque (André PLANÈS-PY, F8EI)	45
A travers la presse étrangère	48
Les brevets (Ch. FABER, *ingénieur Radio E. C. P.*)	50
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	51

Reproduction interdite pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision.

Digitized by Google

LES PHENOMENES de PROPAGATION

Aimants et champs magnétiques

par le Général CARTIER

* * * * *

LES idées que j'ai émises sur la constitution des aimants paraissent étonner de nombreux lecteurs de cette revue. Plusieurs membres du corps enseignant m'ont écrit à ce sujet et m'opposent la doctrine classique et des faits: il me faut donc revenir sur cette question puisqu'elle est encore controversée et je prie mes correspondants français et étrangers de trouver ici les réponses que je m'excuse de ne pas leur adresser individuellement.

On peut considérer comme acquis qu'un aimant est analogue à un solénoïde dont les courants circulaires sont produits par les électrons atomiques superficiels dont les rotations sont toutes de même sens, ce sens étant celui des flèches de la Fig. 1 quand les pôles Nord et Sud sont disposés comme l'indique la figure. Cette analogie résulte de ce qu'un aimant se comporte dans toutes les circonstances comme un solénoïde constitué comme il est indiqué. *A cet égard, il n'y a aucune divergence d'opinions.* On comprend d'ailleurs qu'aux extrémités N et S, les axes de rotation des atomes superficiels ne soient pas tous parallèles et c'est pourquoi les pôles d'un aimant ne sont pas aux extrémités comme dans un solénoïde, mais dans le voisinage de ces extrémités.

Le magnétisme d'un aimant est donc une propriété résultant uniquement de la disposition sus-indiquée, et elle n'implique aucunement l'existence d'un fluide magnétique Nord et d'un fluide magnétique Sud qui seraient séparés dans un corps aimanté et réunis dans un corps à l'état neutre. Le fait que, si l'on coupe l'aimant NS normalement à son axe et *en un point quelconque* de sa longueur, on a deux aimants dont les pôles sont disposés

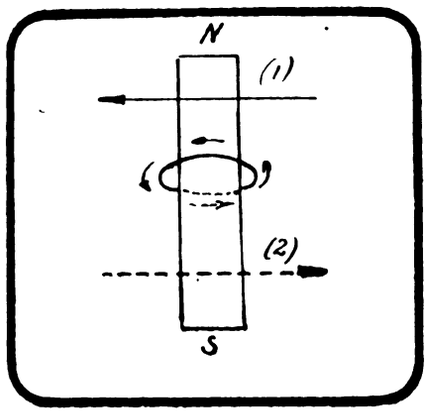


Fig. 2.

comme ceux du premier, semble une preuve bien nette de la non-existence de ces fluides magnétiques imaginés pour dissimuler l'ignorance des premiers physiciens à l'égard des phénomènes magnétiques.

Il faut donc renoncer à ces *masses magnétiques* et à ces *flux magnétiques* dont il est fait si fréquemment état, même dans les ouvrages classiques les plus récents. Je sais bien que je ne suis plus absolument d'accord avec certains de mes correspondants, mais je leur demande de vouloir bien me suivre jusqu'au bout de mes explications avant de prononcer leur jugement.

Revenons à l'aimant NS et à ses courants électroniques circulaires dont la vitesse est vraisemblablement de l'ordre de cent mille kilomètres par seconde. Ces courants agissent sur le milieu ambiant et notamment sur l'éther auquel ils impriment un mouvement de même sens autour de NS, mouvement dont la vitesse diminue avec la distance mais dont l'existence n'est pas discutable tant dans la zone transversale à NS que sur les prolongements de l'axe NS.

Plaçons un corps $N_1 S_1$ parallèlement à NS. L'éther ébranlé par NS va tendre à orienter les trajectoires électroniques superficielles de ce corps dans le sens de son propre mouvement. Comme la vitesse de ce mouvement est plus grande sur la face en regard de NS que sur la face opposée, c'est la première qui prédomine et la résultante a le sens indiqué sur la figure. On voit que le corps N_1S_1 se trouve aimanté par *influence* ou par *induction* et que ses pôles nord et sud sont respectivement en face des pôles sud et nord de l'aimant inducteur NS.

Si l'on plaçait un corps N_2S_2 sur le prolongement de NS, l'éther ambiant orienterait ses électrons atomiques comme l'indique la figure 1 ; ce corps serait ainsi aimanté et aurait son pôle nord N_2 en face de S et son pôle sud à l'autre extrémité.

Tout cela est conforme aux faits observés et l'explication que j'en

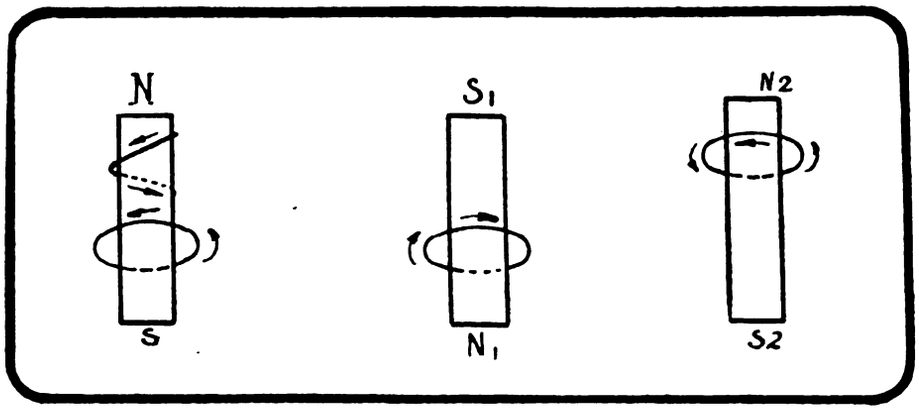


Fig. 1.

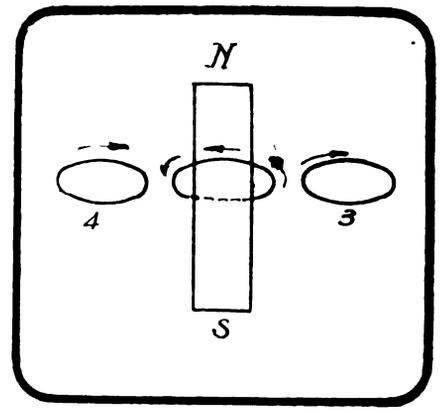


Fig. 3.

Digitized by Google

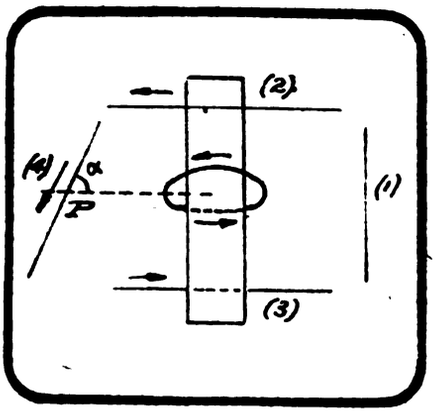


Fig. 4.

donne me semble conforme au bon sens et inattaquable.

Il est évident que, dans tous les corps, les atomes ne sont pas également mobiles et que l'orientation de leurs orbites électroniques ne se produit pas aussi facilement et aussi complètement que dans le fer doux, par exemple.

Cette orientation pénètre sans doute à une certaine profondeur dans le corps aimanté par influence : j'ignore si l'on a pu faire des constatations directes à ce sujet.

L'aimant NS agissant par ses électrons périphériques, crée dans l'éther ambiant un champ qu'on peut appeler magnétique à cause de son origine, mais qui est simplement un *champ d'éther* dont les lignes de force sont des cercles normaux à l'axe NS et dont le sens est celui du petit cercle de la figure 2. Il en résulte qu'un courant électrique rectiligne mobile autour d'un point, sera orienté par le champ d'éther normalement à l'axe NS et dirigé suivant (1) s'il est au-dessus de l'aimant, et suivant (2) s'il est au-dessous : ce qui est bien conforme à l'observation et aux règles d'*Ampère* et de *Maxwell*.

Un courant circulaire (fig. 3) serait orienté par le même champ d'éther, de manière que son plan se place perpendiculairement à l'axe NS, sa direction étant celle de (3) s'il est à droite de NS et celle de (4) s'il est à gauche.

On peut encore remarquer que si un conducteur rectiligne est placé dans le champ de l'aimant NS (fig. 4) :

a) S'il est parallèle à l'axe NS, l'action du champ n'aura aucune action rectiligne sur ses électrons libres ;

b) S'il est perpendiculaire à NS, l'action du champ tendra à y produire un courant dirigé de droite à gauche s'il est au-dessus de l'aimant (2) et de gauche à droite s'il est au-dessous ;

c) S'il est incliné par rapport à l'axe NS (4), P étant le pied de la perpendiculaire commune, l'action du champ tendra à y produire un courant dirigé dans le sens de la flèche et dont l'intensité sera proportionnelle à cos α.

Si c'est un conducteur circulaire qui est placé dans le champ de l'aimant

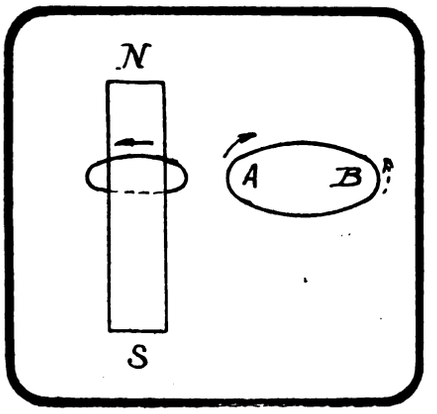


Fig. 6.

(fig. 3), il y aura tendance à production d'un courant dont le sens se déterminera par des considérations analogues aux précédentes :

a) Si le plan du conducteur circulaire est normal à NS, le sens du courant sera (3) ou (4) suivant que le conducteur est à droite ou à gauche de l'aimant ;

b) Si le plan du conducteur circulaire est incliné par rapport à l'axe NS, le sens du courant est déterminé par celui qui est induit dans la partie la plus voisine de l'aimant (fig. 5) ;

c) Si le plan du conducteur circulaire est normal à la perpendiculaire OP abaissée de son centre sur l'axe

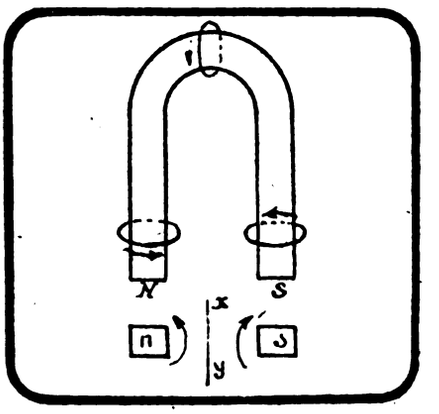


Fig. 7.

NS, il n'y a production d'aucun courant.

Bien entendu, pour qu'il y ait déplacement des corpuscules libres du conducteur, autrement dit production d'un courant, il faut que la poussée de l'éther sur ces électrons, c'est-à-dire l'intensité du champ, soit assez grande pour vaincre l'inertie des électrons et les résistances que peut offrir le milieu dans lequel ils se trouvent.

C'est ainsi que si l'on considère le conducteur circulaire AB (fig. 6) dont le plan est perpendiculaire à l'axe de l'aimant NS, l'action du champ inducteur tendant à produire en A et en B des courants qui s'opposeraient dans le conducteur, il y a intérêt à rapprocher A de l'aimant et à en éloigner B. Mais comme on augmenterait en même temps la longueur du conducteur et par suite les résistances diverses qui s'opposent au mouvement des électrons libres, on conçoit qu'il y a une limite à l'éloignement de B et que la détermination du rayon du conducteur AB donnant les meilleurs résultats, n'est pas aussi simple qu'on pourrait le supposer tout d'abord.

Nous n'avons examiné dans ce qui précède que le cas simple d'un aimant rectiligne et de conducteurs rectilignes ou circulaires. Mais les considérations que nous avons exposées pourront être appliquées aux cas les plus compliqués.

Dans un aimant en fer à cheval

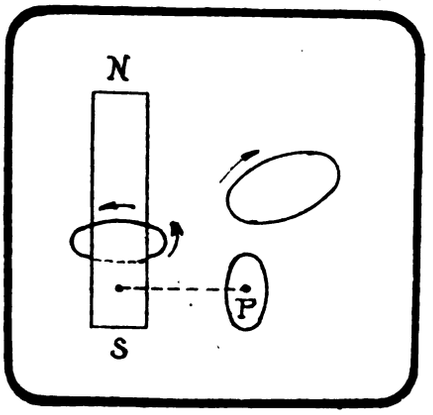


Fig 5.

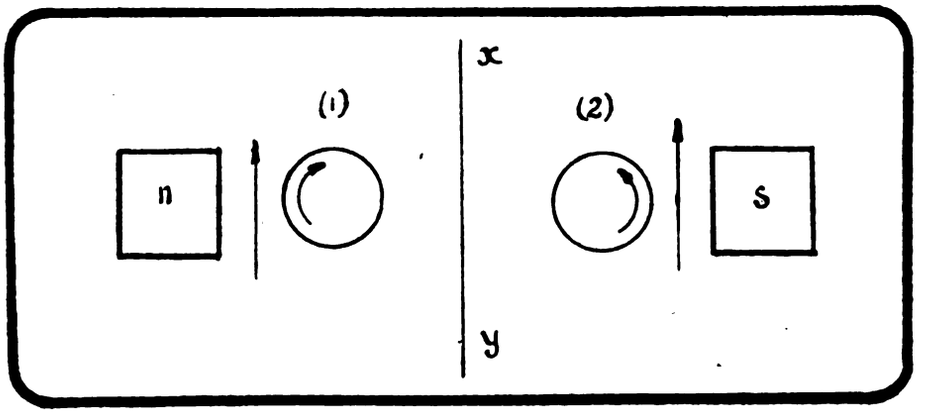


Fig. 8.

Digitized by Google

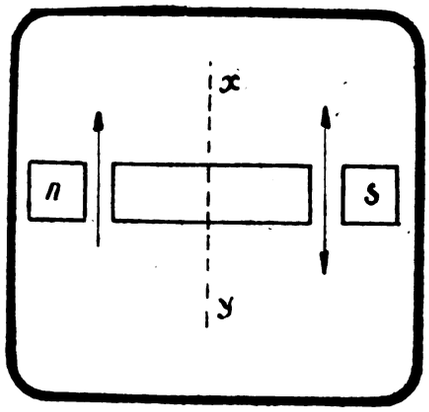


Fig. 9.

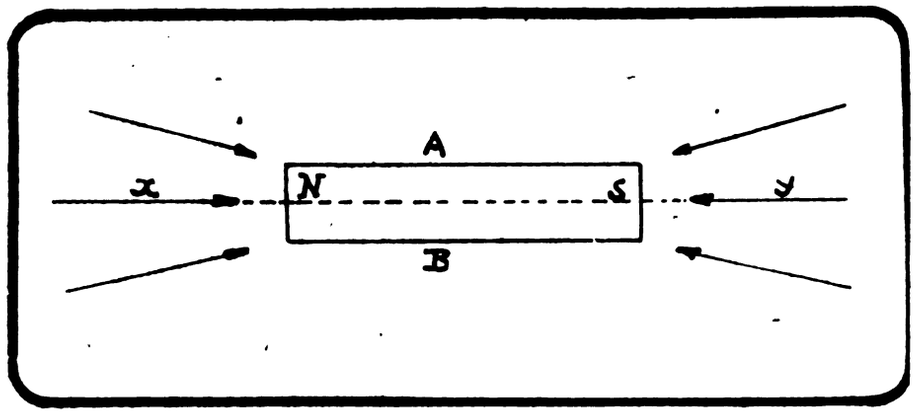


Fig. 11

(fig. 7), les courants corpusculaires atomiques ont le sens des flèches. Entre les pôles N et S, le champ ambiant a le sens des flèches ; son intensité diminue à partir de ces pôles.

Un circuit circulaire (ou simplement fermé) placé entre les pôles (fig. 8) serait parcouru, quand il est en (1), par un courant ayant le sens de la flèche. Si l'on fait tourner ce courant autour d'un axe horizontal *xy*, il sera parcouru par un courant dont l'intensité diminuera quand il s'élève de la position (1) au plan vertical passant par *xy*. Dans ce plan, l'intensité du courant est nulle.

Elle croît quand le circuit descend à la position (2) où elle passe par un maximum. Si le mouvement continue autour de *xy*, l'intensité diminue et s'annule dans le plan vertical *xy*, puis augmente et redevient maximum quand le circuit revient à la position (1).

En réalité, il n'y a pas de courant appréciable quand le circuit est immobile. Mais quand il tourne, il y a une impulsion maximum chaque fois qu'il passe en (1) et (2) et si le mouvement de rotation est assez rapide, la résultante de ces impulsions toutes du même sens produit un mouvement des électrons libres du circuit, c'est-à-dire un courant dont l'intensité est proportionnelle au nombre des impulsions par seconde et par conséquent au double du nombre de tours par seconde du circuit: c'est le principe des machines

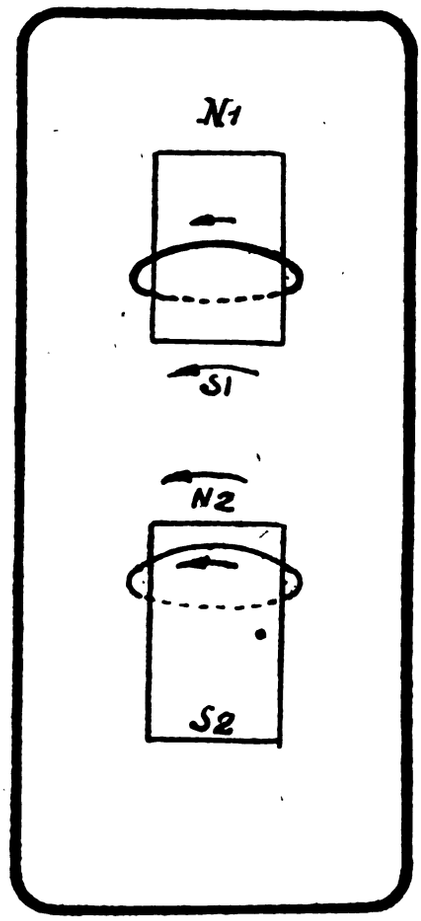


Fig. 12.

dites magnéto-électriques ou magnétos.

Le circuit pourrait avoir la forme de la figure 9 et le fonctionnement présenterait les mêmes particularités.

Je n'insiste pas pour le moment sur cette théorie nouvelle des magnétos : j'y reviendrai quand je m'occuperai des machines d'induction.

Je veux répondre tout de suite à une objection qui m'a été souvent opposée : « Puisque vous niez l'existence d'un *flux magnétique*, comment expliquez-vous le *spectre magnétique* et les phénomènes d'attraction et de répulsion que présentent les aimants? »

En ce qui concerne le spectre magnétique, j'ai déjà fait remarquer que les

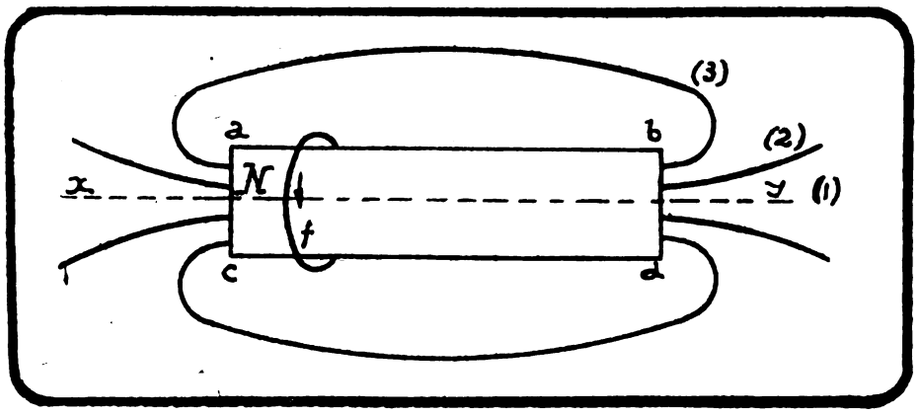


Fig. 10.

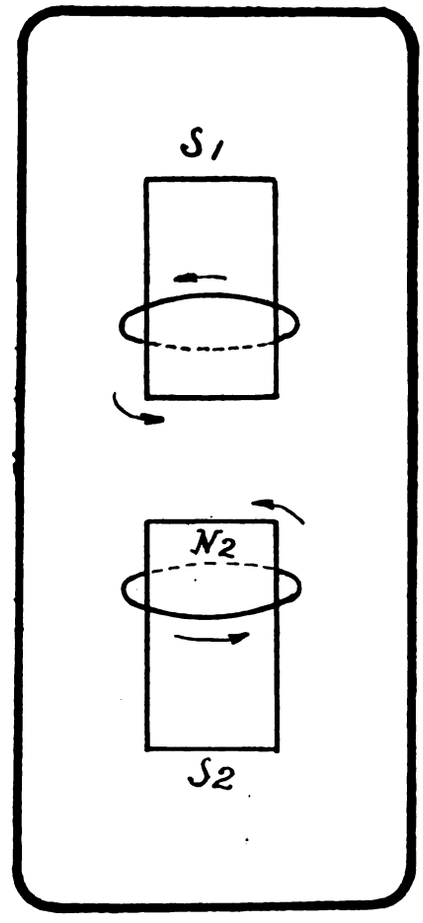


Fig. 13.

Digitized by Google

courbes suivant lesquelles s'alignent les grains de limaille, ne sont autre que des directrices des surfaces de niveau du champ d'éther créé par l'aimant (fig. 10), ces surfaces étant de révolution autour de l'axe *xy* de l'aimant.

L'intensité du champ, nulle sur *xy*, croît de cet axe à la surface *abcd* puis décroît à partir de cette surface. Les lignes de force sont des cercles normaux à *xy* et ayant leur centre sur cet axe. La direction du champ en chaque point est celle de la flèche *f*. Les petits aimants que deviennent, dans le champ ci-dessus, les grains de limaille, s'orientent de manière que leurs axes soient dirigés suivant les tangentes aux courbes (1) (2) (3), les rotations de leurs électrons atomiques superficiels se faisant dans le sens imposé par le champ. Il n'y a aucun effort résultant du champ pour rapprocher ou éloigner les grains de limaille de N ou de S, mais un simple effet d'orientation. Donc c'est une erreur de croire que le spectre magnétique est dû à un flux magnétique partant de N et de S et dont les lignes de force seraient les courbes directrices de la figure 10.

Quant aux phénomènes *apparents* d'attraction entre des pôles de noms contraires et de répulsion entre des pôles de même nom, ils résultent de ce que le mouvement extrêmement rapide des électrons atomiques de l'aimant (la vitesse de ces électrons est de l'ordre de cent mille kilomètres par seconde), ébranle fortement l'éther et, par ce fluide, l'air ambiant qui est animé d'un mouvement tourbillonnaire autour de l'axe *xy*, mouvement qui l'éloigne de l'axe de rotation et produit un vide relatif autour de l'aimant, et par suite un afflux, vers les pôles N et S de l'air ambiant.

Cet afflux ne se produit qu'en face des pôles et non en face du milieu de l'aimant (fig. 11). Des corps légers placés dans le voisinage de l'axe *xy*, sont donc, non pas attirés par les pôles N et S, mais poussés vers ces pôles par l'afflux ambiant susvisé.

Si l'on met en face deux pôles de noms contraires (fig. 12), le mouvement tourbillonnaire produit par les

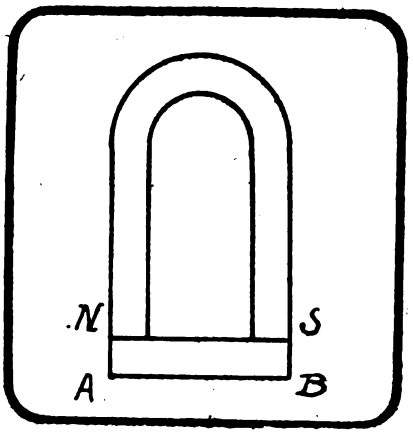


Fig. 14.

deux pôles est de même sens. Les actions des deux pôles concourent pour raréfier l'air dans l'intervalle N_2S_1. D'où une poussée ambiante sur les pôles N_1 et S_2 tendant à rapprocher les deux pôles S_1 et N_2.

Si au contraire on met en face deux pôles de même nom, les mouvements tourbillonnaires résultants sont de sens opposés dans l'intervalle N_1N_2 et la réaction du champ produit par un pôle sur celui produit par l'autre, tend à les éloigner l'un de l'autre, les pressions longitudinales sur N_1 et N_2 étant plus grandes que celles exercées sur S_1 et S_2.

Il n'y a donc ni attraction ni répulsion entre les pôles en regard, mais des poussées qui en donnent l'impression.

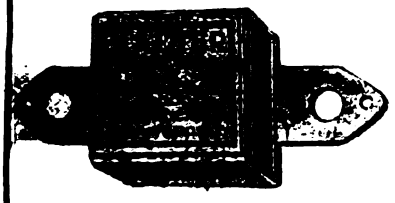
L'action des électrons périphériques d'un aimant sur l'éther ambiant constitue une diffusion d'énergie dans l'éther égale, par électron de section σ et de vitesse u, à $\sigma\delta u_3 f\left(\frac{u}{U}\right)$ par seconde, δ étant la densité absolue de l'éther, U la vitesse de la lumière. Cette diffusion se fait évidemment aux dépens de l'énergie des électrons périphériques, laquelle constitue ce que l'on pourrait appeler l'énergie d'aimantation ou simplement l'aimantation de l'aimant : il en résulte que l'aimantation décroît constamment et que cette décroissance est proportionnelle à la densité absolue δ de l'éther ambiant. Comme la résistance de l'éther est accrue de celle de l'air dans lequel il s'agite, il y a intérêt à diminuer cette dernière en supprimant les intervalles d'air entre les pôles : c'est ce qu'on obtient, notamment, en réunissant les pôles par une armature AB (fig. 14). On peut remarquer à ce sujet que la perte d'aimantation étant fonction du nombre de chocs des électrons atomiques contre les molécules d'éther et d'air et que ce nombre de chocs étant lui-même fonction de la vitesse d'agitation cinétique de ces molécules et par conséquent de leur température, il y a intérêt à conserver les aimants dans des enceintes à basse température.

J'ai dit plus haut que les lignes de force du champ magnétique étaient des circonférences normales à l'axe de l'aimant : en réalité, ce sont des spirales à pas très faible et qu'on peut assimiler à des circonférences.

LA MARQUE FRANÇAISE LA PLUS RÉPUTÉE

VÉRITABLE ALTER

Condensateur type B.

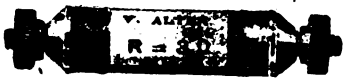


Au mica essayé à 1.000 volts alternatifs de 1/10.000e à 20/1000e mfd.

Résistances ordinaires

Type N 30

Type C 30



toutes valeurs de 10.000 ohms à 50 méghoms

Établissements M. C. B. 27, rue d'Orléans

Téléph. Maillot 17-25 NEUILLY-SUR-SEINE

Condensateur type C.

Au mica essayé à 1.500 volts alternatifs de 20/1000e à 1000 mfd.

Digitized by Google

Les grandes heures de la T. S. F.

par Léon de LA FORGE

■ ■ ■ ■ ■

Il m'a déjà été donné l'occasion de souligner l'importance de certains événements en T.S.F., et, me souvenant de la dure expérience éprouvée souvent en fouillant le passé pour établir une priorité, ou même simplement une précision sur la date d'un fait universellement connu, d'exprimer le regret de ne pas voir noter au jour le jour l'histoire de la T.S.F., qui est l'une des caractéristiques de notre époque.

Il est vrai que souvent ces événements, ou sont trop connus, parce qu'ils se passent près de nous, dans notre pays même, parce que tous les quotidiens en parlent, ou bien parce qu'ils se passent à l'étranger nous ne pouvons les contrôler; bien souvent ils nous arrivent déformés et sans que nous ayons les moyens de reconstituer la vérité.

Sans prétendre combler cette lacune, nous avons l'intention de noter pour nos lecteurs quelques-uns de ces événements, de ceux qui méritent de faire date, et de donner sur eux des renseignements aussi précis et aussi exacts qu'il est humainement possible de le faire.

En un mot, j'essaie d'inscrire au *Q. S. T.* les grandes heures de la T. S. F.

I

LA CONFÉRENCE DE LONDRES ET LA RADIODIFFUSION

Sans connaître encore, au moment où j'écris ces lignes, le sort qui lui sera réservé, il m'est cependant permis de dire que la conférence, qui a été inaugurée à Londres, le 21 janvier dernier, et qui a réuni à Saint-James Palace les délégués des cinq plus grandes puissances maritimes, est un événement mondial de premier ordre, même aux yeux des puissances qui n'y prennent pas part, et qui seront toutes, indirectement, intéressées aux résultats.

La radiodiffusion a eu l'occasion d'être étroitement associée à la genèse de cette conférence, et c'est là un autre événement important. Elle l'a été de bien des façons; mais, au passage, j'en retiens trois.

Tout d'abord, la conférence lui a fourni sans arrêt jusqu'ici les sujets les plus intéressants de ses chroniques politiques quotidiennes; c'est par radiodiffusion que nous sont parvenues toujours les nouvelles les plus directes des discussions.

D'autre part, l'inauguration de cette conférence a été l'occasion d'une radiodiffusion de grand style à laquelle 270 stations ont pris part; il y a donc eu au point de vue de la préparation technique un problème intéressant à résoudre, en ce qui concerne la retransmission, et nous aurons l'occasion d'indiquer quelques résultats d'observations.

Enfin, la radiodiffusion a servi à atteindre des objectifs limités, comme on disait il y a quelque temps; le microphone a permis aux chefs de délégations de s'adresser à leurs compatriotes ou aux peuples étrangers.

De ces trois méthodes de conquérir quelque célébrité et de mériter notre attention, nous retiendrons avant tout la seconde, parce qu'elle est celle qui a obligé aux plus grands efforts techniques, parce que c'est par la vaste étendue des zones d'audition et par le nombre des auditeurs que la nouveauté s'est caractérisée.

QUELQUES MOTS SUR LA CONFÉRENCE

Il est complètement hors de notre programme de faire un historique de la conférence, mais comme on comprendrait mal l'effort réalisé en T. S. F., comme on pourrait peut-être ne pas le juger en harmonie avec la cause qui en a déterminé la réalisation, quelques mots d'introduction ne seront pas inutiles.

Cinq puissances seulement sont actuellement propriétaires de flottes militaires de quelque importance, la Grande-Bretagne, les Etats-Unis, le Japon, la France et l'Italie; tel est l'un des résultats les plus nets de la dernière guerre.

Or, ces cinq puissances étaient toutes alliées ou associées contre l'ennemi commun au cours de la dernière guerre; elles ont donc pensé qu'elles pourraient peut-être s'entendre entre elles pour réduire leurs armements d'une manière générale. A ces nobles pensées d'autres calculs plus intéressés peut-être, tels que celui qui consiste à maintenir sa suprématie avec les moindres frais.

Ces deux faits expliquent à la fois la série d'actes entrepris depuis le traité de Versailles inclusivement, et les difficultés rencontrées à la recherche d'une nouvelle formule de paix.

L'idée de limiter en particulier les armements navals a donné lieu à une première conférence des cinq puissances maritimes, qui se réunit à Washington le 12 novembre 1921, et qui se termina par la signature le 6 février 1922 d'un traité limitant déjà une partie du tonnage des flottes, tout au moins en ce qui concerne les navires de ligne. L'accord ne put se faire sur les bâtiments légers ou sous-marins.

Un peu plus tard, vers la fin de 1925, le Conseil de la Société des Nations décida la réunion d'une commission préparatoire à la conférence du désarmement. Mais les Etats-Unis, qui ne sont pas membres de la Société des Nations, lancèrent en février 1927 aux cinq puissances maritimes une invitation à une conférence, chargée de compléter l'œuvre de celle de Washington. L'Angleterre et le Japon acceptèrent, mais la conférence réunie à Genève échoua.

Cependant, d'une part, un pacte général de renonciation à la guerre, dit pacte Kellogg-Briand, ou pacte de Paris, était signé à Paris le 27 août 1928, et d'autre part des négociations s'engageaient entre la France et l'Angleterre sur les questions maritimes; un accord de principe réalisé sur ce point ne connut pas l'agrément américain; d'autre part, des négociations directes engagées entre les Etats-Unis et l'Angleterre sur l'équilibre naval aboutirent à une conférence navale des cinq puissances, qui s'est ouverte le 21 janvier 1930 à Londres.

LES DISPOSITIONS DE RADIODIFFUSION.

LES MICROPHONES A LA CHAMBRE DES LORDS.

Pour donner plus de solennité à la conférence, le roi d'Angleterre George V décida d'inaugurer en personne les séances, et de prononcer

Digitized by Google

cer un discours qui serait suivi d'ailleurs des discours des chefs de délégations.

Dans ce but on installa à la Chambre des lords une série de microphones; en dehors du microphone royal, placé devant le trône, et qui ne sert qu'au roi, et des microphones pour les chefs de délégations, il y avait en outre deux microphones pour les interprètes.

Les microphones étaient tous reliés à un point central de distribution, où l'un quelconque d'entre eux pouvait être connecté à un amplificateur microphonique, et à une des quatre lignes qui reliaient la Chambre des lords à l'hôtel de la British Broadcasting Corporation (ou B. B. C.) à Savoy-Hill. Un ingénieur de la B. B. C. se tenait en ce point central; il avait vue sur la salle de la Galerie royale, et connectait le microphone devant lequel l'orateur du moment parlait avec l'une des lignes de Savoy-Hill.

LA DISTRIBUTION DANS LE MONDE ENTIER

C'est de Savoy-Hill que partait la distribution pour le monde entier. L'onde téléphonique reçue de la Chambre des lords était d'abord ampliflée, puis dirigée par une série de lignes sur les différents postes de transmission; et que l'on peut ainsi classer :

a) Les lignes conduisant aux stations propres de radiodiffusion de la B. B. C. et à l'émetteur expérimental d'ondes courtes à Chelmsford;

b) Les quatre lignes supplémentaires établies pour relier Savoy-Hill au service transatlantique du Trunk-Exchange de Londres; à savoir :

1° La ligne reliant ainsi Savoy-Hill à la station téléphonique transatlantique de Rugby pour le service de New-York;

2° La ligne reliant ainsi Savoy-Hill à la station du Beam System, située à Bodmin, pour le service avec le Canada;

3° La ligne reliant ainsi Savoy-Hill à la station du Beam System, pour le service avec l'Australie;

4° Une quatrième ligne de réserve, et permettant le contrôle de l'affaire;

c) Les deux circuits reliant Savoy-Hill avec Bruxelles, Cologne, Berlin et Milan;

d) Les deux circuits reliant Savoy-Hill à Paris.

LA DISTRIBUTION EN EUROPE

Le *World-Radio*, organe technique de la B. B. C., décrit ainsi la distribution de la radiodiffusion en Europe :

« En ce qui concerne la radiodiffusion en Europe, des demandes de relais des émissions avaient été reçues de l'Autriche, la Belgique, la Tchécoslovaquie, le Danemark, la Finlande, la France, l'Allemagne, la Hollande, la Hongrie, l'Etat libre d'Irlande, l'Italie, la Norvège et la Suède. En quelques cas, ces demandes peuvent être satisfaites en captant directement les émissions de 5 XX, — par exemple, pour l'Etat libre d'Irlande, la Hollande et la Belgique, — tandis que dans d'autres — par exemple pour la Finlande et la Hongrie — la station à ondes courtes de Chelmsford, G 5 SW, donnait une réception acceptable à cette heure de la journée. Le coût des lignes téléphoniques à grande distance est prohibitif pour certaines organisations de radiodiffusion, et une telle demande en excès des exigences normales du trafic téléphonique n'aurait pu être satisfaite par un nombre insuffisant de circuits partant de Londres. On comprit toutefois que la formation de points centraux de distribution en Europe — disons, à Cologne et à Berlin — réduirait la demande de radiodiffusion en circuits internationaux ayant Londres comme origine, sans faire courir le moindre danger au service. En conséquence, des lignes relieront Londres à Berlin, via Bruxelles et Cologne, avec un second circuit par la Hollande et Cologne. A Bruxelles une connexion sera faite via Anvers sur la station d'Huizen en Hollande (Hilversum sera desservie par une captation directe de 5 XX), tandis que Radio-Belgique pourra servir entre la ligne ou la captation de 5 XX. A Cologne seront faites les connexions avec les stations du Westdeutscher Rùndfùnk (Langenberg, Cologne, Münster et Aix-la-Chapelle), et la plupart des groupes régionaux allemands, c'est-à-dire, Berlin, Francfort, Hambourg, Leipzig, Munich et Stuttgart. En outre, un circuit par Francfort et Zurich alimentera l'Italie (Milan et Turin). De Berlin des lignes partiront vers le Danemark, la Norvège, la Suède, avec une extension possible à la Finlande, la Tchécoslovaquie, l'Autriche et la Hongrie. Deux autres circuits partant de Londres sur Paris relieront Londres aux onze stations françaises opérées par les P. T. T. » (*Op. cit.*).

EN DEHORS D'EUROPE

Nous avons vu que d'Angleterre, les émissions destinées aux pays éloignés étaient faites soit par les stations du Beam System, soit par celle de Rugby, soit par la station à ondes courtes de Chelmsford; une fois captées, ces émissions étaient relayées par les stations locales de tous les pays intéressés.

NOMBRE TOTAL DE STATIONS

Le 31 janvier 1930, le *World Radio* donnait le tableau ci-contre du nombre de stations qui relayèrent les discours du roi et des chefs de délégations.

LE NOMBRE D'AUDITEURS ET LES RÉSULTATS DE L'ÉMISSION

Il est très difficile d'apprécier le nombre d'auditeurs qui ont entendu les discours transmis par ces 260 stations. Si chacune d'elles était écoutée par un million en moyenne d'amateurs, on voit que l'audience serait je crois la plus belle que l'histoire ait jamais enregistrée jusqu'à présent. Je pense que même si 260 millions d'hommes n'ont pas été le 21 janvier à 11 heures à l'écoute, tout de même ce caractère lui reste, d'après les rapports que nous avons reçus d'un peu partout.

La réception a été bonne d'une façon générale, malgré les heures quelque peu matinales à laquelle elle a eu lieu en certains pays (les Etats-Unis ont trois heures différentes, suivant qu'on est à l'ouest, au centre ou à l'est de leurs territoires, qui sont respectivement en retard de 5, 6 ou 7 heures sur l'heure de Greenwich que nous connaissons en France).

En France, on a pu très bien suivre les discours du roi ou de M. Tardieu et à ce propos je n'hésite pas à louer la belle rapidité, la lucidité d'expression dont a donné une preuve si éclatante celui qui fut ce jour pour tout l'univers le parleur inconnu, mais que nous connaissons bien, et qui nous honore, puisqu'il est Français; je veux parler de M. Mathieu, arrivé en avion de Hollande, pour traduire oralement les discours en anglais et en français, suivant le cas.

II

LA RADIOTÉLÉPHONIE ENTRE LA GRANDE-BRETAGNE, LES DOMINIONS ET L'ÉTRANGER

La radiotéléphonie britannique entre dans une phase nouvelle; il s'agit en effet de décider quel sera le système adopté, pour communiquer entre la métropole d'une part, et les Dominions et les pays étrangers éloignés.

On ne saurait se méprendre sur l'importance du sujet.

Toute la politique traditionnelle de l'Angleterre a, en ce qui concerne le développement commercial

Digitized by Google

Pays	*Nombre de stations indiquées*	*Nombre de stations très probables*	
Royaume Uni	21	21	plus 1 station à ondes courtes.
État libre d'Irlande.			
France	12	12	
Belgique	1	1	
Hollande	2	2	plus 1 station à ondes courtes.
Suisse	1	1	
Italie	2	6	
Allemagne	26	26	plus 1 station à ondes courtes.
Autriche	1	5	
Tchécoslovaquie ...	1	5	
Hongrie	1	1	
Yougo-Slavie	1	1	
Pologne	2	5	
Danemark	2	2	
Norvège	1	3	
Suède	2	25	
Finlande	2	5	
Lettonie	1	1	
Total Europe	79	122	
Canada	24*	24*	
Afrique du Sud	3	3	
Australie	?	3	plus 2 stations à ondes courtes possibles.
Nouvelle-Zélande ...	4	4	
Indes	1	2	
États-Unis	94	94	plus 2 stations, ou plus, à ondes courtes.
Japon	1	7	
Philippines	1	1	
Total Outre-Mer...	128	138	
Total général	207	260	

(*) non compris certaines stations reliées aux États-Unis.

de ce pays, tendu à maintenir entre des mains britanniques le vaste système de communications par câbles ou lignes aériennes qui enserre véritablement le globe terrestre.

Ce système de communications, qui datait du siècle dernier, a été complété par un système radiotélégraphique, dit Beam System, avec lequel il s'est d'ailleurs fondu en une puissante organisation d'exploitation.

Il s'agit aujourd'hui d'une nouvelle étape, et de doter l'Empire britannique d'un système radiotéléphonique général, de relier non seulement la métropole avec les Dominions, mais encore avec les pays étrangers lointains.

Deux systèmes sont en présence :

L'un est constitué par le Beam System déjà employé avec succès en radiotélégraphie;

L'autre est celui des propres stations gouvernementales de Rugby (station d'émission) et de Baldock (station de réception).

Sans entrer dans la polémique suscitée à cet égard par les partisans et les adversaires de chacun des deux systèmes, nous pouvons indiquer ici quelles sont les vues du Post Office en cette matière. Dans un long communiqué à la presse, il a fait connaître sous quel jour il envisageait la comparaison des deux systèmes. Nous lui laissons bien entendu la responsabilité des opinions exprimées.

Mais il est intéressant, au moment où de semblables problèmes se posent pour notre pays, qui, comme l'Angleterre, est le centre d'un vaste empire colonial étendu sur la surface du globe, de connaître au moins un des points de vue de nos voisins.

Voici donc la traduction du communiqué du Post Office, relatif à sa politique actuelle en radiotéléphonie :

« Sous le précédent gouvernement les services radiotélégraphiques par ondes dirigées (Beam System) ont été concédés à l'Imperial and International Communications Company. Le précédent gouvernement, cependant, réserva la question de la direction du téléphone transocéanique en Grande-Bretagne, et délibérément refusa de se prononcer sur la question de savoir s'il utiliserait ou non les stations de la Communications Company dans ce but. Au mois d'août dernier, l'actuel Postmaster General, M. Lees Smith, reçut une lettre de cette compagnie, invitant le Gouvernement à mettre en marche ses services de téléphonie sans fil au moyen des stations de la compagnie, en commençant par les quatre services : Canada, Australie, Afrique du Sud et Indes. Depuis, cette question a fait l'objet de l'examen du gouvernement, et un comité de cabinet a été désigné pour donner son avis à ce sujet. La faculté fut accordée à la compagnie de développer en grand détail ses propositions devant ce comité. Malheureusement, tandis que ce comité était encore engagé dans ses discussions, des communiqués parurent dans la presse, révélant les propositions de la compagnie et contenant ce qu'on peut sans déloyauté appeler un exposé *ex parte* de son cas, accompagné d'une série d'accusations contre le Post Office. Tant que l'affaire était devant le comité, M. Lees Smith fut évidemment empêché de répondre, bien que certains n'aient pas vu la nécessité d'une semblable retenue. Maintenant que le cabinet a pris une décision, dont la compagnie a été informée, il prend la première occasion d'expliquer la situation.

C'est un fait admis par tous que la téléphonie sans fil avec les Dominions et les pays étrangers éloignés doit être ouverte, là où l'entreprise est d'économie pratique, et que ces services doivent être exploités en utilisant le système connu sous le nom de système à ondes courtes. Il est donc hors de discussion, que, conformément aux décisions du gouvernement précédent, et de l'Imperial Wireless and Cable Conference of de 1928, ces services doivent dans notre pays être placés sous la direction du Post Office, qui est l'autorité qui exploite le système de téléphone public à cette extrémité. La question à répondre était si ces services devaient être :

a) assurés par les stations radiotélégraphiques du Beam System, comme la compagnie le prétend, ou

b) concentrés à la station gouvernementale d'émission de Rugby, complétée par la station réceptrice de Baldock.

Les mérites respectifs des deux systèmes doivent être considérés à la fois du point de vue technique et du point de vue financier. Ces trois dernières années, le service téléphonique anglo-américain, qui se fait actuellement sur une onde longue, et sur trois ondes courtes, a été assuré au moyen de la station de Rugby. Ce service permet la com-

Digitized by Google

munication entre la plus grande partie de l'Europe d'un côté et toute l'Amérique du Nord de l'autre. Il a subi avec succès la sévère épreuve de trois années de fonctionnement commercial, dont l'expérience a permis de lui apporter de nombreuses améliorations, et il n'a cessé d'attirer et d'augmenter constamment le trafic. Les essais expérimentaux avec l'Australie, que le Post Office a effectués par l'intermédiaire de Rugby, ont fait plus que de donner ce qu'on attendait d'eux. Tandis qu'aucun service téléphonique n'a encore été exploité avec le Beam System, les essais qui ont été effectués l'année dernière entre la Grande-Bretagne et le Canada ont donné des résultats satisfaisants d'une manière générale.

L'évidence par conséquent portait, *prima facie,* à cette conclusion que, aussi bien le système Marconi que le système Rugby étaient capables d'assurer effectivement des services à grande distance avec les Dominions et les pays étrangers. D'autre part le système d'antennes élevées, soutenues par des mâts qui ont près de 100 mètres de haut, caractéristique des stations Marconi, semblait les mettre en désavantage, du point de vue économique, vis-à-vis de Rugby, qui fonctionne avec des antennes hautes de 40 à 60 mètres de haut, ce qui représente en capital engagé environ un dixième du prix de l'édifice des antennes Marconi.

Mais devant les hautes considérations techniques qui entraient en jeu, le gouvernement décida de consulter deux experts indépendants de réputation connue, et qui n'aient aucune attache avec le Post Office — le docteur F. E. Smith, secrétaire de la Royal Society et du Department of Scientific and Industrial Research, et le professeur G. W. O. Howe, professeur d'Electricité technique à l'Université de Glasgow, et jusque tout récemment membre du Radio Research Board, Ces experts ont écrit dans leur rapport, que, en dehors des développements futurs, les deux systèmes étaient probablement également capables d'assurer des communications téléphoniques satisfaisantes entre deux points pendant un nombre donné d'heures par jour. Ils ont ensuite exprimé l'opinion que, en ce qui concerne les futurs développements, l'adoption du système le plus élastique — c'est-à-dire le système Rugby avec ses mâts plus bas — serait avantageux, puisque des résultats aussi satisfaisants avec ce système qu'avec l'autre pouvaient être obtenus, en dépensant moins d'argent, et ils montrèrent que l'utilisation de deux longueurs d'onde (sujet important du point de vue de la sûreté du service) serait probablement réalisée à moins de frais avec le système des mâts relativement bas. Le Post Office désirait avoir le choix de trois couples de longueurs d'ondes pour chaque service; les propositions de la compagnie ne donneraient que deux longueurs d'onde pour les services sur le Canada, l'Afrique du Sud et l'Inde, et une longueur d'onde pour le service sur l'Australie. Des longueurs d'ondes complémentaires ne pourraient être obtenues qu'au coût élevé de l'érection de systèmes aériens supplémentaires.

Devant le rapport des experts, le gouvernement s'est senti justifié à conclure que, sans diminuer les possibilités du système Marconi, des services au moins aussi efficaces pouvaient être obtenus de Rugby avec certains avantages économiques en perspective. Entre autres, la concentration à Rugby permettrait à deux services pour des destinations différentes d'être opérés par le même appareil de transmission à des heures différentes de la journée, au prix d'une très légère dépense supplémentaire. Pendant les premiers stades du développement, lorsque le trafic est relativement léger, ceci se montrera vraisemblablement une économie appréciable. Le gouvernement n'a pas jugé pratique d'agréer la demande de la compagnie, d'un essai de fonctionnement entre Rugby et la Beam Station du trajet Sud-Amérique; parce que d'accord avec l'entreprise donnée à la compagnie, le Post Office n'a pas encore commandé l'appareil nécessaire pour effectuer ce trafic. En outre, comme on l'a établi ci-dessus, des essais prolongés, exécutés l'année dernière sur les trajets canadien et américain ont montré que les deux systèmes étaient capables d'assurer une communication efficace.

En ce qui concerne le coût, la campagne publique pour le compte de la compagnie a été basée sur le coût en capital, qui est seulement une partie de l'affaire. Même ainsi, les exposés publics relativement au projet du Post Office sont loin d'être exacts. Il n'existe aucune intention de doubler les stations Marconi, et le coût total de l'organisation nécessitée par chaque service, émission et réception comprises, ne sera pas de 112.000 livres, ou plus, comme on l'a dit, mais légèrement inférieur à 30.000 livres.

Ce qui importe au public, toutefois, est de savoir si le coût de l'exploitation annuelle tout compris (y compris les intérêts du capital) sera moindre si le service est effectué au moyen de la station de Rugby que s'il est effectué au moyen des stations Marconi.

La concentration à Rugby entraîne des économies dans bien des chapitres, comme par exemple dans le chapitre *personnel,* et dans le fait d'utiliser des organismes et des constructions qui existent déjà, et en particulier dans les connexions par lignes terrestres avec le London Trunk Exchange. En groupant ces services en un centre, un plus petit nombre de lignes suffira et les distances de Rugby et Baldock à Londres sont beaucoup inférieures aux distances entre les Beam stations de Bodmin, Bridgwater, Grinsby et Skegness. En conséquence, l'exploitation des quatre services des Indes et des Dominions au moyen des stations de la compagnie nécessiteraient 4.190 milles de circuit téléphonique de haute qualité, tandis que l'exploitation au moyen de Rugby et Baldock n'en demandera que 786.

Le résultat, par conséquent, est le suivant : le paiement minimum demandé par la compagnie pour l'utilisation de ses stations radiotélégraphiques du Beam System par les services radiotéléphoniques en question est (si l'on met à part un projet meilleur marché mais qui ne serait pas acceptable pour d'autres raisons) de 40.000 à 45.000 livres par an, suivant le type d'appareillage employé, plus une bonification de 10 % sur les recettes brutes au-dessus d'un certain chiffre. Un devis détaillé du prix de l'opération des mêmes services au moyen de Rugby montre une économie de 17.000 et de 22.000 livres par an respectivement par rapport aux chiffres cités, économie qui pourra être augmentée lorsque la gratification deviendrait payable.

Il n'est pas vrai non plus, comme on l'a dit, que l'utilisation de Rugby entraînera certainement l'érection de stations correspondantes dans chaque Dominion. Rugby peut communiquer d'une manière satisfaisante avec des stations du type Beam, et si les autorités des Dominions décident d'utiliser les Beam stations existantes, le Post Office est parfaitement prêt à travailler avec elles. Si, au contraire, les Dominions décident d'ériger de nouvelles stations, ce sera pour d'autres raisons, par exemple, parce que les Beam stations sur leurs territoires ne sont pas convenablement situées pour leurs connexions par lignes terrestres.

On a essayé de porter préjudice en suggérant que le Post Office préfère coopérer avec des intérêts américains, plutôt qu'avec les intérêts britanniques représentés par la Communications Company. Il n'y a rien de vrai dans cette supposition. En assurant les services téléphoniques avec les Dominions britanniques, ou avec les pays étrangers, le Post Office doit nécessairement coopérer avec l'agent

Digitized by Google

(que ce soit le gouvernement lui-même ou la personne à laquelle il a donné pouvoir), qui peut lui donner accès auprès des abonnés au téléphone de ce pays. Si le Post Office n'était pas prêt à travailler avec des intérêts américains, il est évident qu'aucun service téléphonique anglo-américain ne serait réalisable. Il semble que l'on ait prétendu que le Post Office a l'habitude d'acheter des appareils américains de préférence aux appareils anglais, et la citation suivante d'un récent article de presse est typique : « Les nouvelles stations téléphoniques que le Post Office se propose apparemment d'ériger sont peu différentes des imitations américaines des systèmes Marconi, imitations qui ont encore à prouver leur valeur d'efficacité commerciale. » Il serait tout aussi raisonnable de décrire les Beam Stations comme américaines parce que la moitié des brevets que la compagnie Marconi dit être employés dans ces stations sont d'origine américaine.

Les faits sont les suivants : En ce qui concerne le devis, l'appareil utilisé dans le service avec les Dominions sera le même dans ses parties essentielles que celui de Rugby, qui a montré ses qualités d'efficacité dans le service anglo-américain. Il a subi maintes améliorations que l'expérience pratique des ingénieurs du Post Office et celle de la compagnie américaine qui opère à l'autre bout, à New-York, ont suggérées, et la compagnie américaine sera probablement la première à reconnaître la contribution importante apportée par les techniciens du Post Office pour le succès du développement de ce service. Le coût en capital de ces installations serait d'environ un quart du prix estimé par la compagnie pour une reproduction de ses propres stations.

En ce qui concerne les appareils, la compagnie Marconi, en construisant les Beam Stations, a adopté la sage méthode de prendre les meilleurs sans tenir compte de leur origine, et la politique du Post Office sera précisément la même. La nouvelle installation téléphonique sera fabriquée d'après les spécifications du Post Office, et des offres concurrentes seront demandées aux deux seules compagnies de ce pays (la compagnie Marconi et l'une d'elles) qui soient capables de fournir des appareils de ce genre. Conformément avec la pratique habituelle, la confection britannique sera exigée, et les offres reçues seront jugées d'après leur mérite, avec juste considération de la qualité et du prix. L'ennui que la compagnie éprouve apparemment est que, tandis qu'elle a reçu certains contrats, à deux occasions le précédent Post Master General a fait une commande chez ses concurrents, qui avaient soumis une offre qui était à la fois supérieure par son devis, et d'un prix légèrement inférieur. Il n'y a pas de raison pour que la compagnie ne soit pas en situation de concourir, aussi bien par les qualités techniques que par le prix, sur le même pied que les autres compagnies qui construisent du matériel dans notre pays.

On a dit que la Conférence Impériale avait évidemment supposé que les stations radiotélégraphiques du Beam System seraient utilisées pour la radiotéléphonie, et il semble que l'on ait insinué que la recommandation faite par la Conférence que le Post Office doive par un accord acquérir le droit d'utiliser ces stations revient à lui imposer d'agir ainsi. Mais acquérir un droit n'est pas équivalent d'assumer une obligation. Le but de cette recommandation était que le gouvernement, comme une des conditions d'attribution des Beam Stations à la Compagnie, obtînt une option pour l'utilisation de ces stations pour un service téléphonique et à un prix raisonnable, s'il le désirait. Ce ne fut pas l'intention de la Conférence de lui imposer une obligation quelconque, et les notes prises à ce moment montrent que ce n'était certainement pas l'intention du gouvernement précédent, à l'instance duquel la clause fut insérée.

Enfin, on a prétendu que les expériences téléphoniques conduites par le Post Office entre l'Angleterre et l'Australie sont contraires à une déclaration faite en 1929, d'après laquelle le Post Office ne devrait pas faire de commandes d'appareils téléphoniques pour le service avec les Dominions dans une période de six mois. Cet engagement a été strictement respecté et aucun appareil pour le service avec les Dominions n'a été commandé depuis ce jour jusqu'à aujourd'hui. Aucun engagement n'a été pris ou demandé, que le Post Office cesse ses propres expériences. La politique du Postmaster General fut de faciliter les expériences aussi bien avec ce que l'on peut appeler le Rugby System, qu'avec le système Marconi, de façon que le gouvernement puisse être libre de considérer les mérites des deux systèmes. Lorsque l'heure sera venue de prendre une décision, et ce fut, en plein accord avec cette politique, qu'il accéda à la demande de la compagnie qu'il ne fut pas lié au Rugby System par des engagements antérieurs. Cela eût été non seulement en contradiction avec cette politique, mais encore contraire au sens commun, que le Post Office, accordant du temps et des facilités à la compagnie pour continuer ses développements, eût délibérément cessé ses propres expériences. La compagnie ne peut invoquer aucun malentendu quant à la situation; en fait, le procès-verbal de la réunion des représentants du Post Office et de ceux de la compagnie à laquelle l'engagement fut discuté, porte ce qui suit : « Il est entendu que la question de savoir si oui ou non le Post Office devra utiliser les appareils de la compagnie, et s'il en est ainsi, à quel prix, est laissée complètement ouverte sans préjuger « de l'avenir ».

« Le gouvernement est prêt à, et désire, reconnaître la position importante, que l'Imperial and International Communication Company occupe dans la sphère des communications, et à soutenir tout effort qu'elle peut faire pour étendre ses opérations à l'étranger. Mais en fixant la voie par laquelle les services téléphoniques transocéaniques de ce pays doivent être conduits, le gouvernement est obligé d'avoir égard à des considérations à la fois financières et techniques, et on a peine à s'attendre qu'il impose au public une charge additionnelle de 17.000 à 22.000 livres par an, et pour l'avenir considérablement plus élevée, en utilisant les stations de la compagnie dans ce pays, quand on peut se servir d'un autre système également satisfaisant. »

Telle est la communication du gouvernement britannique; elle est en fait un plaidoyer en faveur des stations radiotélégraphiques et radiotéléphoniques conçues et exploitées par le Post Office, qui est lui-même un organe gouvernemental.

Il est bien évident qu'elle n'est pas admise par les propriétaires des stations concurrentes et le jour même où elle parut, Electra House avait fait ce simple communiqué :

« En nous référant au communiqué qui a paru dans la presse de ce jour, et d'après lequel le gouvernement a décidé de ne pas employer le Beam System pour la radiotéléphonie, l'Imperial and International Communication C° Ltd., désire faire savoir que jusqu'à présent aucune réponse n'a été reçue du gouvernement quant à sa décision en cette matière. »

Digitized by Google

NOS REALISATIONS

Étude d'un récepteur de luxe

par Antoine TAILLIEZ

* * * * *

A notre époque d'amplificateurs de puissance, de haut-parleurs électrodynamiques, de pick-up, de lampes à grand rendement et de récepteurs à grande sélectivité, il est somme toute difficile de définir à quel genre d'appareils doit s'appliquer l'attribut « de luxe », expression si française que les Anglo-Saxons ont renoncé à la traduire dans leur langue pourtant si commode, du moins quand elle s'applique à des inventions modernes.

D'une façon générale, il semble qu'on puisse qualifier « de luxe » un appareil qui réunisse au maximum les qualités particulières à sa destination, celles-ci étant obtenues indépendamment de toute question de prix de revient.

Précisément, un ingénieur, M. Leborgne, lecteur averti de *L'Antenne* et de *Radio-Electricité*, nous ayant consulté sur l'établissement d'un appareil répondant à de telles conditions, nous avons jugé qu'il pourrait être intéressant pour les lecteurs de cette revue de voir à quel aboutissement des cogitations dans ce sens ont pu nous conduire, en utilisant les ressources que la technique moderne met à notre disposition.

Les desiderata principaux formulés pour l'établissement de cet appareil étaient en résumé les suivants :

Au point de vue radioélectrique : une grande sélectivité, une grande sensibilité et l'absence de bruit de fond.

Au point de vue acoustique : une amplification notable, une restitution impeccable et la possibilité de reproduire les enregistrements phonographiques.

Détail à ajouter : l'appareil devait être monté dans un meuble de style moderne, et son apparence ne devait en rien nuire à l'élégance d'un salon.

***

Pour résoudre la première partie du problème, il nous a semblé qu'un changeur de fréquence à deux étages M. F., équipés avec des lampes à grille-

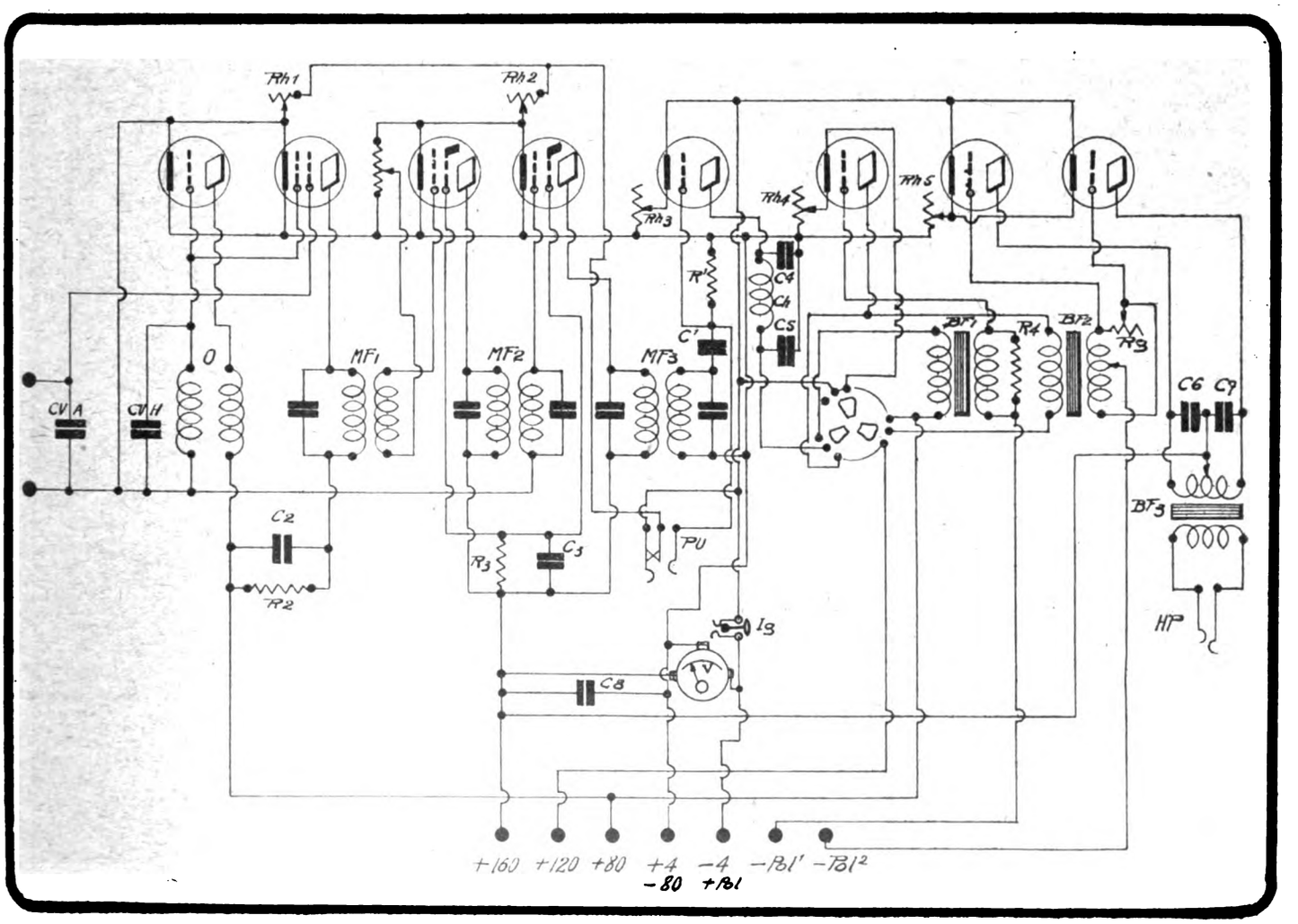
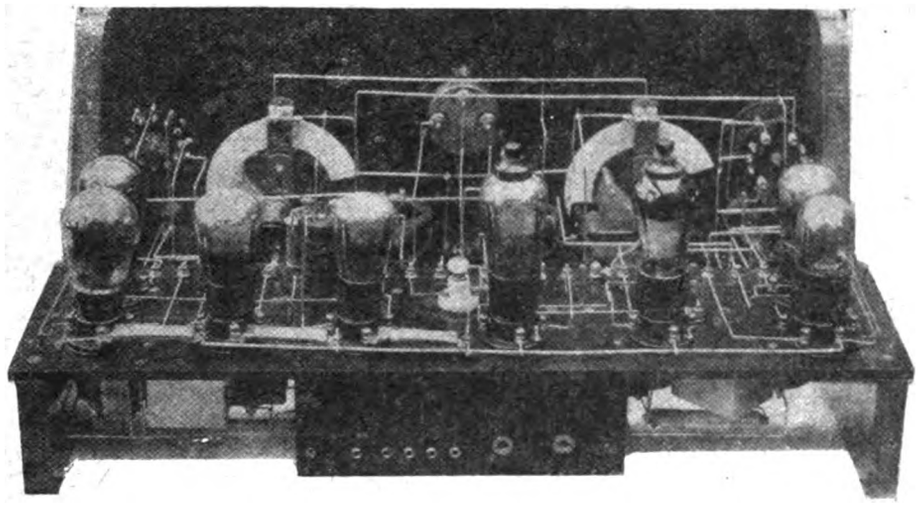


Fig. 1.

Digitized by Google



écran, un B. G. P., en un mot, était particulièrement indiqué.

On sait quels sont les avantages propres à ce genre d'appareils. Du fait de leur haut pouvoir amplificateur, les lampes à grille-écran permettent de tirer de deux étages M. F. un rendement au moins comparable à celui que donnent trois étages du type courant; par contre le bruit de fond est très réduit non seulement à cause de ce petit nombre d'étages, mais aussi du fait que ces lampes, par construction, ont une très faible tendance à le provoquer.

Dans un même ordre d'idées, nous avons préféré conserver l'alimentation haute et basse tension par accumulateurs, plus indiquée avec les récepteurs sensibles à cadre et à changement de fréquence.

Quant à la deuxième partie de ce programme, nous basant sur les résultats acquis au cours de l'étude d'un récepteur puissant que nous avons présenté dans le N° 328 de *L'Antenne*, sous le titre « S. B. 7 push pull », nous avons adopté, pour l'amplification basse fréquence, deux étages à transformateurs de haute classe, dont le deuxième monté en « va-et-vient » et équipés avec des tubes soigneusement appropriés.

Mais si bon que soit un amplificateur basse fréquence, il ne vaut jamais plus que le haut-parleur qu'il doit actionner. A ce point de vue, seuls les instruments à membrane mécaniquement libre peuvent donner complète satisfaction. Leur perfection nous semble telle qu'elle ne puisse être dépassée avant longtemps, et un auditeur de goût ne saurait plus en souffrir d'autres après en avoir entendu un échantillon dans de bonnes conditions.

Malheureusement, les haut-parleurs électro-dynamiques, qui constituent la famille la plus nombreuse dans ce type, présentent l'inconvénient de nécessiter une excitation séparée et de n'avoir qu'une sensibilité assez réduite, qu'on est obligé de contrebalancer par une amplification plus importante au cours de laquelle on risque de voir se développer de nouvelles et fâcheuses causes de distorsion.

Ces considérations nous ont amené à porter notre choix sur les haut-parleurs du genre magnéto-dynamique, dont le Farrand nous offre un remarquable exemple.

***

Si maintenant nous considérons le schéma de principe de l'appareil, nous ne manquerons pas d'être frappés par quelques points originaux. D'abord le nombre inusité de lampes ; à une époque où les auteurs se disputent à l'envi l'honneur de présenter des changeurs de fréquence à 5 et même 4 lampes, qui se réclament d'être pour le moins aussi sensibles et puissants que leurs prédécesseurs à 7 ou 8 lampes, des juges superficiels trouveront peut-être dans notre débauche d'audions l'indice d'un esprit rétrograde. Qu'ils s'en dissuadent. Collaborateur et confident de M. Berché, à l'époque où il mit au point son célèbre B. G. P., type D. D., prototype des supradynes à nombre de lampes restreint, nous avons été des tout premiers à en apprécier les hautes qualités quand on l'emploie pour une puissance moyenne. Mais quand il s'agit de fournir à un haut-parleur moderne, toujours un peu gourmand, la haute dose de puissance qui lui est nécessaire pour fonctionner dans de bonnes conditions, la lampe trigrille, si merveilleuses que soient ses qualités, se montre impropre à remplir la tâche à elle imposée, particulièrement dans les notes basses, et il s'ensuit une distorsion d'autant plus accusée que précisément le haut-parleur est de plus haute qualité. M. Berché lui-même a très lumineusement exposé les raisons de cet inconvénient des pentodes employées dans de mauvaises conditions, et, reprenant son idée, une célèbre fabrique de lampes comme Gécovalve n'a pas hésité à mettre en garde ses clients contre un usage abusif des trigrilles.

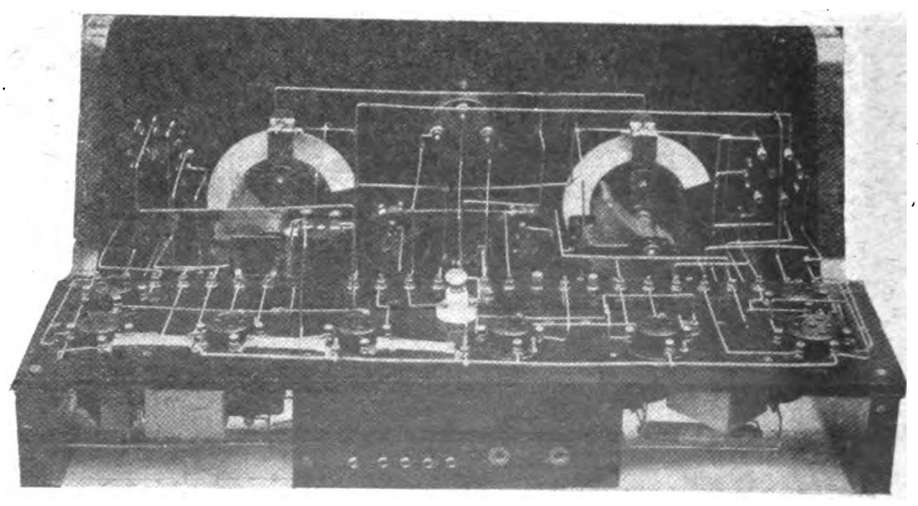
Malheureusement, dans les conditions habituelles d'emploi, les triodes ne sauraient nous donner par unité la grande amplification que nous dispense une seule lampe à 4 électrodes, d'où alors la nécessité de recourir à deux étages en cascade qui, à leur tour, peuvent être la cause d'une nouvelle source de distorsion, quelle que soit la qualité des transformateurs de couplage. Le remède le plus efficace est alors de monter le deuxième étage en push-pull.

En définitive, notre unique trigrille se trouve maintenant remplacée par trois lampes, ce qui porte à 7 le nombre des tubes de notre 5 lampes de tout à l'heure, sans qu'on puisse nous taxer de gaspillage.

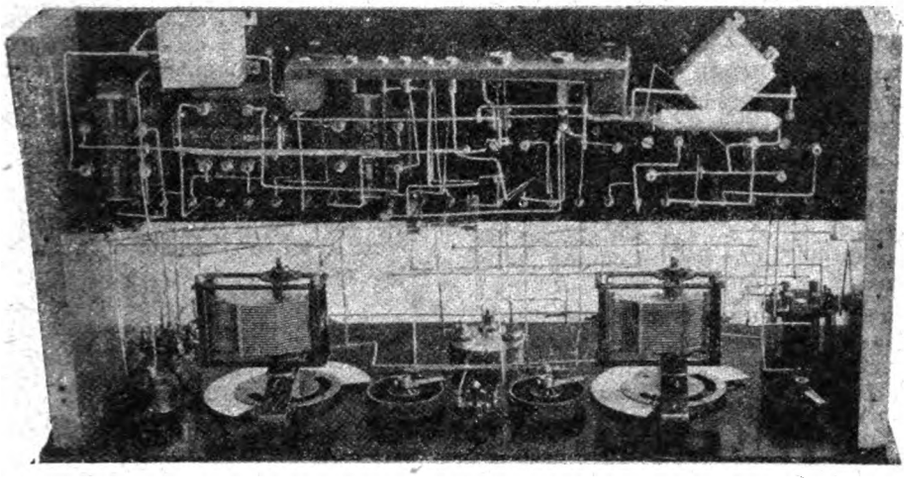
***

Une toute autre considération nous a amené à dédoubler les fonctions d'oscillatrice et de modulatrice habituellement assurées par une unique bigrille.

S'il est avantageux, tant par l'économie que par la sensibilité procurée, de faire cumuler ces deux fonctions par un seul tube, cela ne va pas sans inconvénient. D'abord de nombreuses bigrilles, qui seraient pourtant d'excellentes modulatrices, pour des causes mal définies ont une certaine répulsion à osciller, et sont ainsi sujettes à de fréquents décrochages pour les valeurs



Digitized by Google



élevées du condensateur de modulation. D'autres, en plus grand nombre, sont sujettes au fameux blocage, qui bien souvent rend illusoire toute audition lointaine au-dessous de 300 m. En utilisant une oscillatrice séparée, on atténue, si l'on ne supprime pas du même coup, ces deux inconvénients. La triode utilisée comme oscillatrice ne risque pas de faillir à sa tâche pour de larges valeurs de capacité aux bornes de ses circuits ; d'autre part, les circuits d'accord et de modulation n'ont qu'un très faible rapport entre eux et les possibilités de blocage se trouvent reportées à des valeurs très inférieures dans l'échelle des longueurs d'onde. Le cas échéant, un petit condensateur de neutralisation constitué par un tortillon de deux fils isolés aboutissant aux deux grilles de la bigrille supprimera, sans contre-partie d'aucun inconvénient, les dernières chances de voir apparaître ce fâcheux phénomène. C'est ainsi que la réception de la malheureusement trop confidentielle station de Lille, que bien peu de récepteurs permettent d'entendre convenablement à Paris, est reçue avec une facilité et une force considérables, l'inévitable fading mis à part.

La critique nous a été faite qu'en agissant de la sorte nous en revenions à ne faire que du simple superhétérodyne. Il est facile de réfuter cet argument par l'expérience. En remplaçant la bigrille par une triode dont la plaque est réunie à celle de l'oscillatrice de façon à réaliser un supermodulateur, l'une des meilleures formes du superhétérodyne, on constate une notable perte de sensibilité ; par contre, en supprimant la triode oscillatrice et en demandant à la bigrille de cumuler les fonctions comme dans le schéma classique, on ne décèle aucun gain sensible. tandis que s'empressent d'apparaître les fâcheux inconvénients signalés tout à l'heure. Par ailleurs, les caractéristiques de variation du courant plaque de la bigrille sous l'effet des oscillations sont absolument du même ordre qu'avec une lampe autooscillatrice.

Ces expériences pourraient illustrer de séduisante façon la théorie de l'effet stroboscopique des bigrilles modulatrices, considérées comme de simples bigrilles amplificatrices dont la grille accélératrice, au lieu d'être soumise à un potentiel continu constant, reçoit un potentiel alternatif. Mais ce n'est pas le cas de se livrer à des spéculations théoriques de cette nature dans un article essentiellement descriptif comme celui-ci.

***

Ces préambules exposés, la lecture du schéma doit devenir assez facile.

L'oscillateur utilisé est un Gamma du type C. L. à contacteur de cadre qui permet de passer en une seule manœuvre des petites aux grandes ondes.

De la même marque sont les transformateurs moyenne fréquence. C'est le nouveau type N° 2030, à primaire et secondaire accordés, dont les qualités de sélectivité, de stabilité et de régularité sont de nature à enthousiasmer les plus difficiles.

Pour ne citer que deux exemples, Daventry 5 XX est complètement isolé de la Tour ou de Radio-Paris à 1.000 mètres à peine de ces deux postes, la nouvelle station de Rome est impeccable à 600 mètres des P. T. T. Par ailleurs, ces transformateurs réfrènent toute tendance à l'accrochage malgré la cascade des deux lampes à grille-écran, sans qu'aucune sorte de blindage soit nécessaire.

Nous avons cependant conservé un potentiomètre, qui d'ailleurs ne règle que la grille de la première lampe. A cet endroit il n'a aucune influence sur la sélectivité ; son unique but est de prévenir la saturation de la détectrice dans le cas de l'écoute d'une station puissante trop rapprochée. Par contre, il semble qu'on puisse accroître encore l'amplification en polarisant avec 1,5 volt la grille de la deuxième lampe B. G. P.

La détection se fait par caractéristique grille au moyen d'un condensateur de 0,20/1.000 mf. et d'une résistance de 1 méghom.

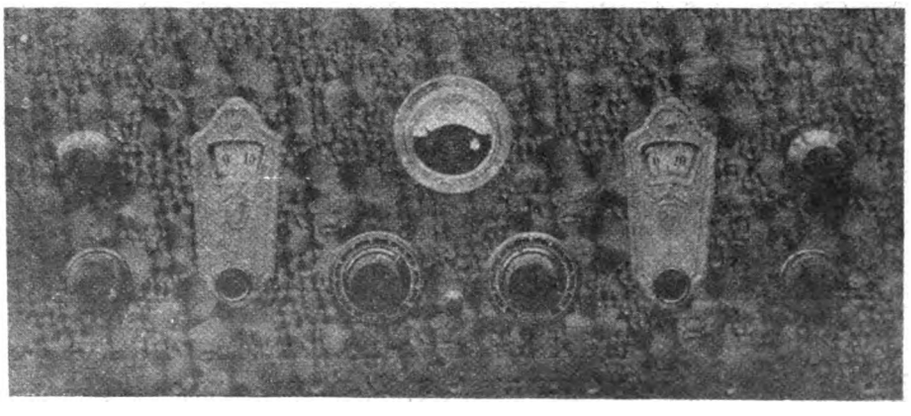
Un jack *Pu* à trois lames permet d'utiliser la lampe détectrice comme lampe de couplage avec un pick-up. Automatiquement les lampes « T. S. F. » se trouvent éteintes en cas d'usage d'un phonographe.

Le couplage des lampes B. F. est assuré par la remarquable trinité des super-transformateurs Bardon à amplification constante : N°s 2.312, 2.336 et 2.337.

L'usage des deux étages B. F. est naturellement inutile pour l'écoute des stations rapprochées ; un inverseur tripolaire permet alors de mettre hors circuit la première lampe B. F., il assure en même temps son extinction et relie à la prise 80 volts le primaire du deuxième transfo de façon à ne pas porter le circuit plaque de la détectrice à une tension trop élevée.

Le shuntage des éléments B. F. joue naturellement un grand rôle dans la qualité du résultat final. Les condensateurs placés en parallèle sur les deux moitiés du primaire du transformateur de sortie doivent avoir juste la capacité suffisante pour étouffer les dernières traces d'oscillations à haute fréquence qui peuvent encore subsister malgré la présence dans le circuit plaque de la détectrice d'une self de choc *Ch* qui, avec deux capacités de 6 à 8/1.000 mf, forme un véritable filtre. 4/1.000 mf. nous sont apparus suffisants pour C 6 et C 7.

Etant donné l'étendue de leur registre de reproduction tant dans les notes élevées que dans les basses, les haut-parleurs électro ou magnéto-dynamiques laissent apparaître à la sortie d'un



Digitized by Google

amplificateur B. F., si soigné soit-il, des sifflements suraigus ou des bourdonnements que tout autre diffuseur serait incapable de reproduire. On combat efficacement cet inconvénient en shuntant les secondaires des transfos au moyen de résistances. C'est ainsi que l'on peut mettre de 20.000 à 80.000 ohms aux bornes du secondaire de *B. F.* 1, tandis que B. F. 2 est shunté par un « résistograd » *Rg* qui sert en même temps de contrôleur de volume.

Bien que les lampes modernes supportent sans aucun inconvénient la tension de 4 à 4,2 volts de l'accumulateur de chauffage, un luxe de précautions nous a engagé à mettre un rhéostat pour chaque fonction. Les lampes changeuses de fréquence et moyenne fréquence sont commandées par deux rhéostats de tableau *Tangental* Wireless, dont la valeur ne doit pas dépasser 10 ohms ; quant à la détectrice et aux basses fréquences des rhéostats semi-fixes Unic de 10 ohms, au maximum, visibles sur le pont des lampes, elles permettent de régler leur chauffage une fois pour toutes. L'allumage général est établi par un contact à poussoir Unic.

Quelques détails de construction visibles sur les photos peuvent encore retenir notre attention.

Les condensateurs variables, deux *Arena* de 0,75/1.000 mf. *square law*, qui permettent un large recouvrement entre P. O. et G. O., sont munis de démultiplicateurs Pilot à cadran lumineux.

Pour éviter un trop grand nombre de fils d'alimentation et une manipulation compliquée en cas de changement de tension, le retour plaque de la bigrille et celui des grilles-écrans sont faits sur des résistances shuntées par des condensateurs. Sous 80 volts, la bigrille demande 30.000 ohms (R 2) et 10 mf. Sur les B. G. P. nous avons pris 20.000 ohms (R 3) et 2 mf. On peut de la sorte porter ces dernières à 120 ou 160 volts en ne changeant qu'un fil.

Bien que l'appareillage soit monté en pont sur une planche d'ébonite, nous avons utilisé des supports de lampe (Interad), ce qui permet aisément toute modification éventuelle du schéma.

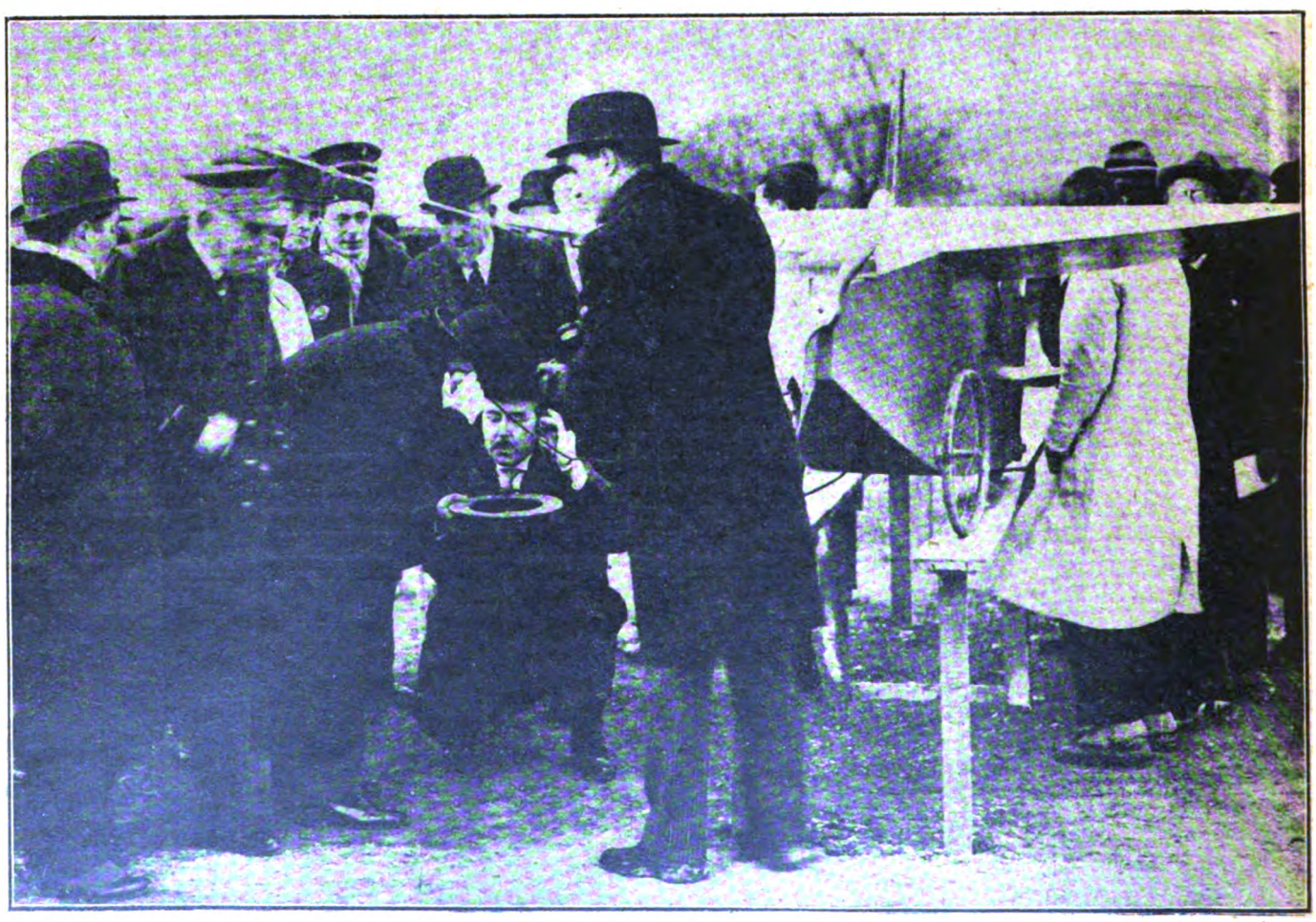
Le choix des lampes a une grande importance sur un tel appareil, spécialement en basse fréquence, où le type doit être déterminé par la tension de polarisation : sous 120 volts la première BF doit supporter 6 volts et les lampes push pull 12 à 15 au minimum.

Voici d'ailleurs la liste de quelques types utilisés :

	Philips	Gecovalve
Oscillatrice.....	A 410	HL 410
Modulatrice ...	A 441	BG 4
B. G.P.....	A 442	S 410
Détectrice	A 415	L 410
Première B. F. .	A 406	P 410
Push pull.....	B 405	P 425

Les tableaux de concordance permettent de transposer aisément pour les marques Metal, Fotos et Radiotechnique.

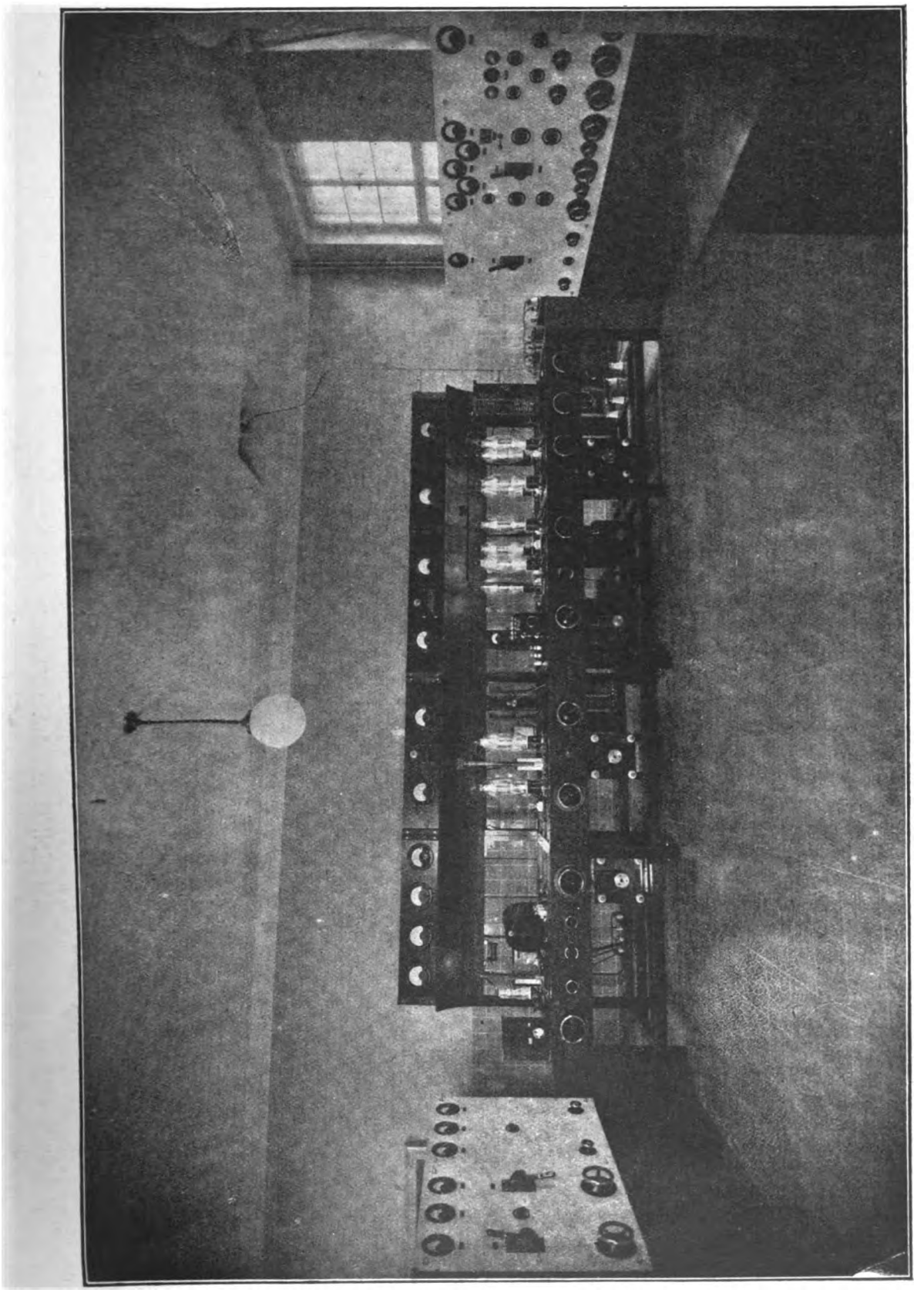
Nous regrettons vivement qu'un accident nous ait privé du plaisir de donner un aperçu du meuble élégant dans lequel cet appareil, son cadre et ses batteries sont installés.



Expériences de M. William Loth à l'Institut de recherches de navigation physique.

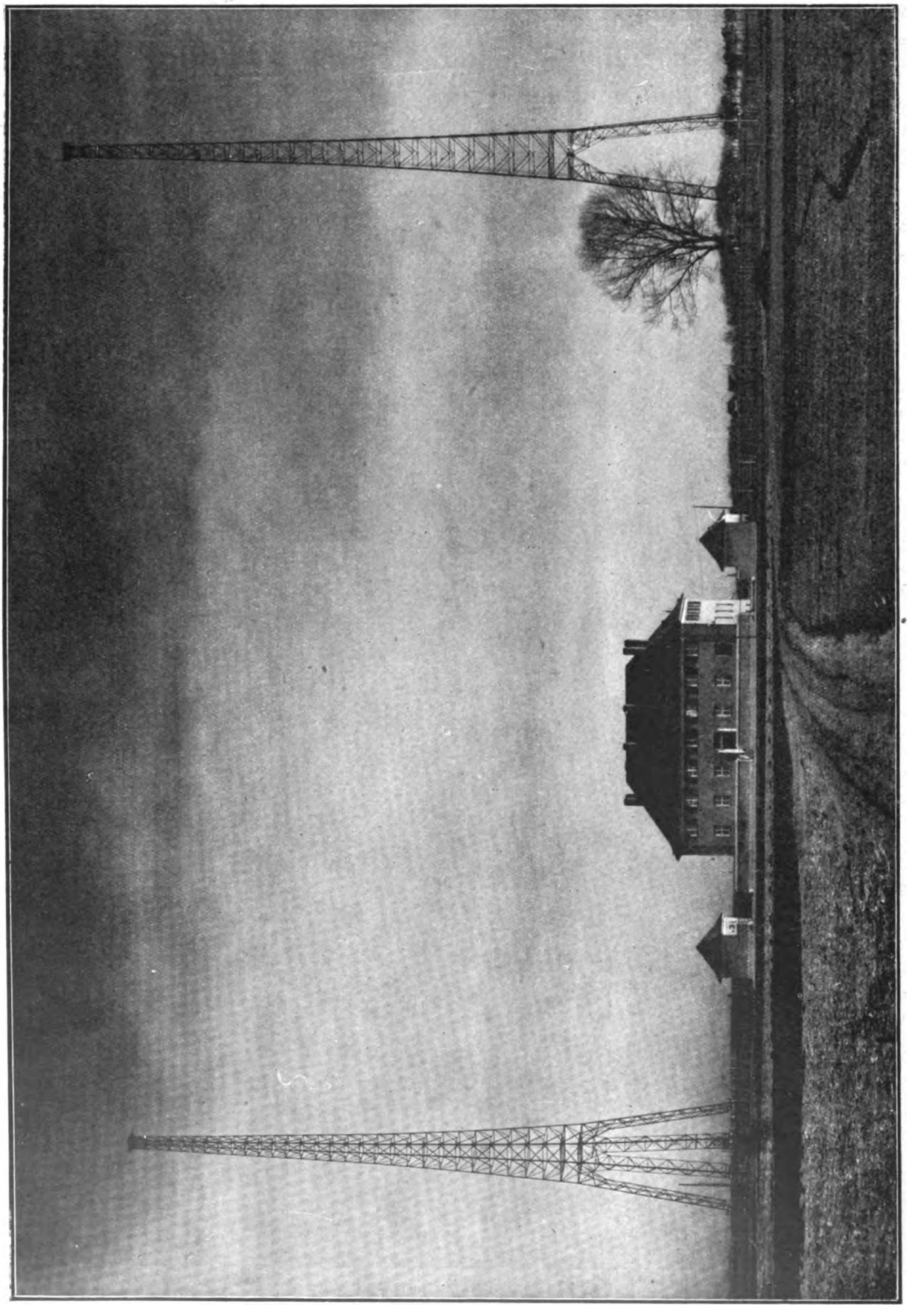
M. DOUMERGUE, LES ÉCOUTEURS AUX OREILLES, SUIT LES EXPÉRIENCES.

Digitized by Google



POSTE ÉMETTEUR DE NUREMBERG.

Digitized by Google



ANTENNE DE LA STATION DE NUREMBERG.

Digitized by Google

LA TECHNIQUE RADIOELECTRIQUE

L'hétérodyne de mesure et ses applications

par Louis L'HOPITAULT

PARMI les questions qu'ignore l'amateur, il en est une qui lui est presque inconnue, c'est celle des mesures que permet l'hétérodyne, il serait ambitieux de tenter une courte description des méthodes employées à l'usage des professionnels et des amateurs avertis, mais par contre un tel article peut aider à la vulgarisation de ce sujet qui ne se trouve traité que dans des publications ou des livres destinés à un public possédant des connaissances étendues, ces études en effet, ne sont pas à la portée de personnes n'ayant que des connaissances rudimentaires en mathématiques.

Cette lacune l'auteur espère la combler et il s'estimera très heureux si son article de vulgarisation permet à certains de ses lecteurs d'augmenter leurs connaissances en radio-électricité et leur facilite des mesures qui n'étaient pas à leur portée.

Il est nécessaire avant d'entrer dans le vif du sujet de donner une définition de l'hétérodyne de mesure ainsi que ce que l'on peut attendre d'un tel appareil : l'hétérodyne est par définition, d'après son nom même, un générateur auxiliaire (une autre force : du grec : *heteros :* autre, *dyna :* force; dans son utilisation la plus générale, il en est ainsi : cas de la réception hétérodyne par la méthode des battements utilisée en télégraphie sans fil ou par la méthode dite superhétérodyne appliquée à la réception de la téléphonie sans fil (ce terme, on peut le rappeler, est impropre dans le cas de la réception des ondes de broadcasting et ne devrait s'appliquer exclusivement qu'à la réception par double hétérodyne des télégrammes). Dans le cas actuel l'hétérodyne sera le plus souvent utilisée comme oscillateur local et ne sera appelée que rarement à être utilisée conjointement avec un autre générateur, que ce générateur soit un poste émetteur ou une autre hétérodyne.

Une hétérodyne de mesure sera donc un oscillateur local auquel on demandera de pouvoir couvrir une gamme de longueur d'ondes très étendue, sans trou et surtout avec une très grande constance ; ce qui est paradoxal, c'est qu'une telle hétérodyne ne sera étalonnée qu'approximativement ; chaque fois que l'on désirera une mesure exacte on devra se servir de l'ondemètre, en effet, l'étalonnage est lié à la lampe et à la tension utilisée et tant au chauffage qu'à la tension plaque.

L'hétérodyne permet d'effectuer les mesures suivantes : la mesure des longueurs d'ondes, des selfs, des coefficients d'induction mutuelle et des capacités, elle est également employée dans la mesure des pertes en haute fréquence. Ces quelques utilisations montrent son utilité dans tout laboratoire même peu important ; de plus elle permet la réception de la télégraphie par battements et de la téléphonie par changement de fréquence et encore l'émission à faible puissance ; ce sont ces différents emplois que nous allons développer au cours de cet article.

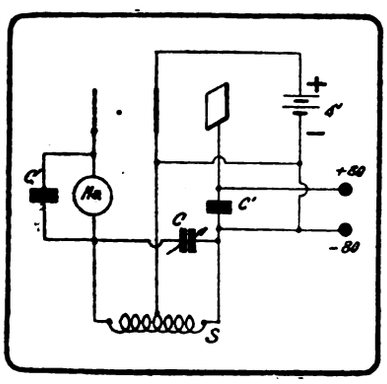


Fig. 1.

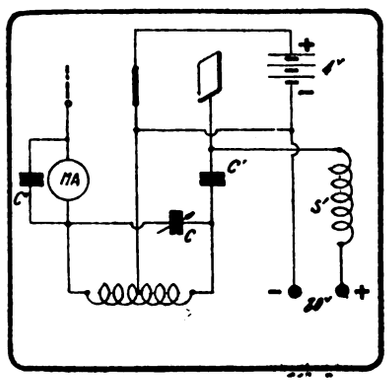


Fig. 2.

L'HETERODYNE CLASSIQUE

La fig. 1 représente le schéma d'une hétérodyne d'un modèle classique, ce montage est connu de tous les émetteurs sous le nom de *Hartley,* on le choisit en général pour les hétérodynes car il est facile de lui faire couvrir des gammes étendues sans décrochage, même avec une forte capacité aux bornes de la self ; si ce montage ne jouit pas de la faveur de tous les « 8 », c'est que pour avoir des oscillations puissantes il est assez délicat à régler; dans le cas présent il importe davantage d'avoir une grande gamme d'oscillation que des oscillations puissantes, c'est pourquoi on adopte, sauf de rares exceptions, le montage Hartley.

Ce montage comporte une self S à prise médiane, dont les extrémités sont connectées aux armatures fixes et mobiles d'un C.V. la prise médiane est reliée au — de la batterie de chauffage, une des extrémités de la self est reliée à la grille, l'autre est reliée à la plaque par l'intermédiaire de la batterie haute tension, cette dernière est shuntée par un C.F. qui a pour but de permettre l'écoulement des courants H.F. qui circulent entre la plaque et la self.

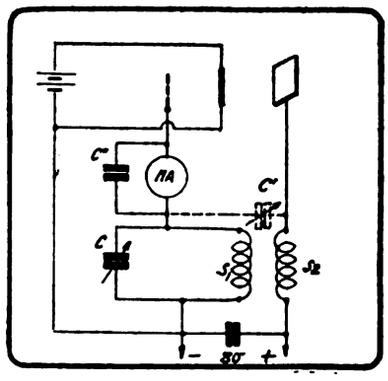


Fig. 3.

Digitized by Google

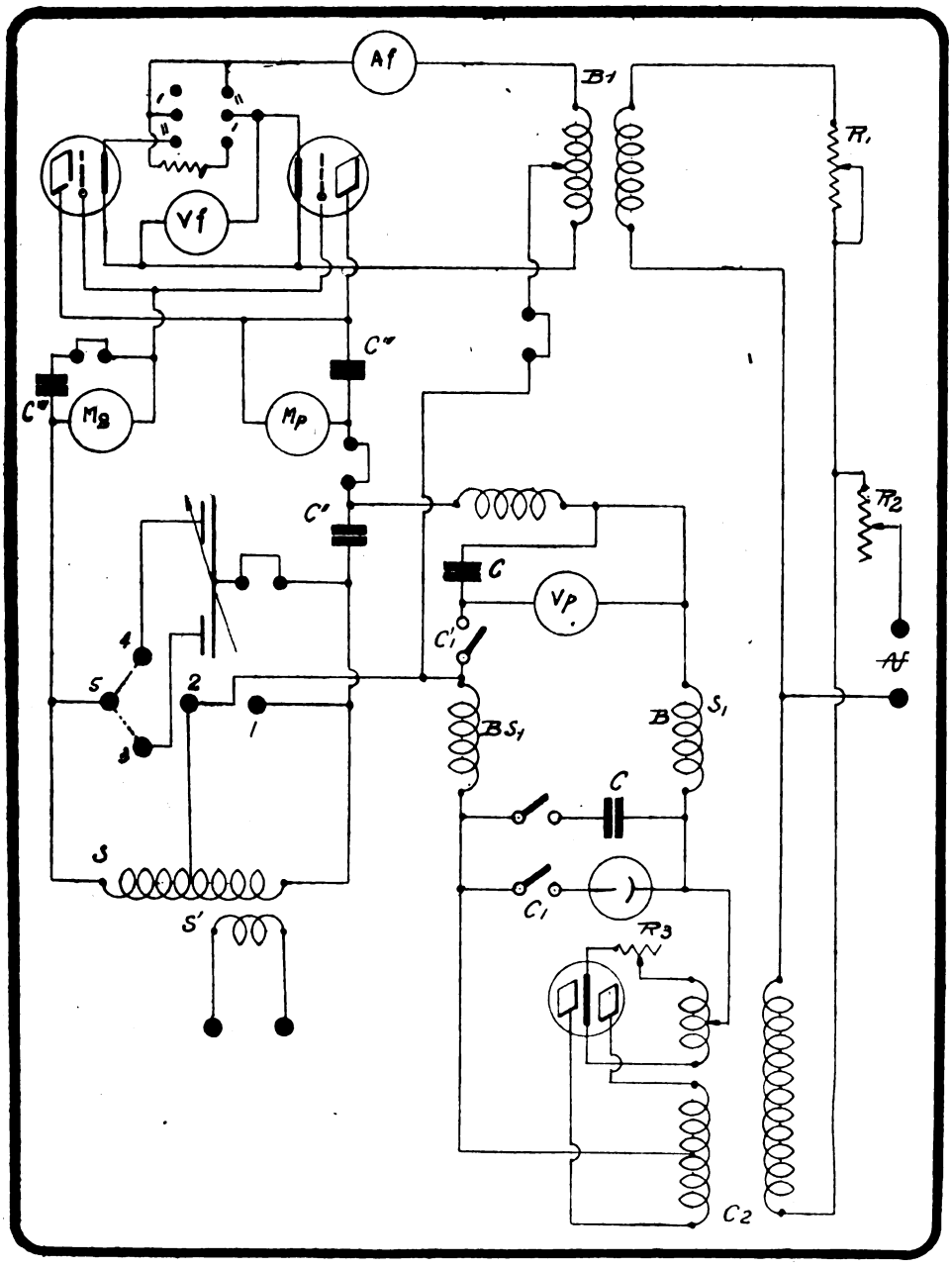


Fig. 4.

En général, on monte en série sur le circuit de grille un milliampèremètre shunté par un C.F. qui sert à déceler les oscillations dans ce circuit; la sensibilité de cet appareil sera de 3 à 5 millis; on monte aussi parfois un autre milliampèremètre dans le circuit de plaque, son utilité ne se fait sentir que dans certains cas tout particuliers, par exemple dans la mesure de la puissance dissipée sur la plaque d'une lampe, dans ce cas l'hétérodyne doit être construite pour supporter une alimentation en rapport avec la puissance des lampes à essayer, ses circuits oscillants seront dans ce cas en gros fil et les condensateurs, tant fixes que variables, devront être particulièrement choisis en raison du travail auquel ils seront soumis et des tensions qui leur seront appliquées, le diélectrique des C.F. pouvant chauffer dangereusement et amener la destruction de ceux-ci, des étincelles peuvent se produire entre les armatures des C.V. si ceux-ci sont choisis de fabrication inférieure et si leur diélectrique est trop faible.

Dans l'hétérodyne de la fig. 1 la bobine unique du schéma est remplacée par un groupe de bobines fixées à l'intérieur de la boîte et que l'on utilise à tour de rôle au moyen du commutateur : un commutateur permet en général de faire fonctionner l'hétérodyne sur une ou deux lampes, dans ce cas la deuxième lampe est montée en parallèle avec la première.

Dans certains modèles, un vibrateur (ticker) permet de couper à fréquence musicale le retour de la prise médiane; ceci sert quand on veut employer l'hétérodyne pour étalonner des circuits comportant détecteur et écouteurs.

Une variante du montage classique consiste à alimenter la plaque en parallèle au lieu de l'alimenter en série, le schéma devient alors celui de la fig. 2 où l'on retrouve les mêmes éléments que sur le montage déjà décrit, une self de choc S' à grande impédance est intercalée entre le positif haute tension et la plaque ; C' a une valeur de 10/1000 de MF environ, les pôles négatifs des batteries sont reliés entre eux et à la prise médiane comme dans le montage précédent. Un avantage de ce montage, c'est qu'avec un petit artifice on peut utiliser des batteries communes pour l'hétérodyne et pour un poste récepteur ; il suffit pour cela de relier le — 80 au + 4 et de relier la prise médiane au point commun des batteries au moyen d'une pile de polarisation, c'est pourquoi ce montage trouve sa place ici car il convient ainsi modifié au montage d'une hétérodyne pour changeur de fréquence à batteries communes.

La fig. 3 représente un autre montage qui peut être également utilisé, mais qui conviendrait mieux à l'émission dans le cas où l'on contrôle les oscillations au moyen d'un second C.V. C'; ce montage pour fonctionner dans de bonnes conditions nécessite soit un couplage variable entre S_1 et S_2 ou bien une réaction électrostatique C' (indiquée en pointillé); ce montage est conforme à celui de la détectrice à réaction, il peut être aisément réalisé en modifiant ainsi le montage de la détectrice : court-circuiter la résistance de détection et inverser le sens de la batterie de chauffage; pour contrôler l'accrochage des oscillations, il suffit de monter en série sur la tension plaque un voltmètre de 0 à 6 à grande résistance (à cadre mobile) qui servira de galvanomètre, il suffit de se rappeler qu'en oscillation le courant plaque est inférieur à celui de repos.

On peut également monter une alimentation parallèle, elle ne présente pas d'avantages aussi grands que dans le cas précédent car pour utiliser des batteries communes il suffit de relier la self S I au + + + 4 — 80 au moyen d'une pile de polarisation.

DESCRIPTION D'UNE HÉTÉRODYNE DE MESURE ALIMENTÉE SUR SECTEUR ALTERNATIF

La fig. 4 donne une vue d'ensemble et la fig. 5 une vue intérieure d'une telle hétérodyne dont

Digitized by Google

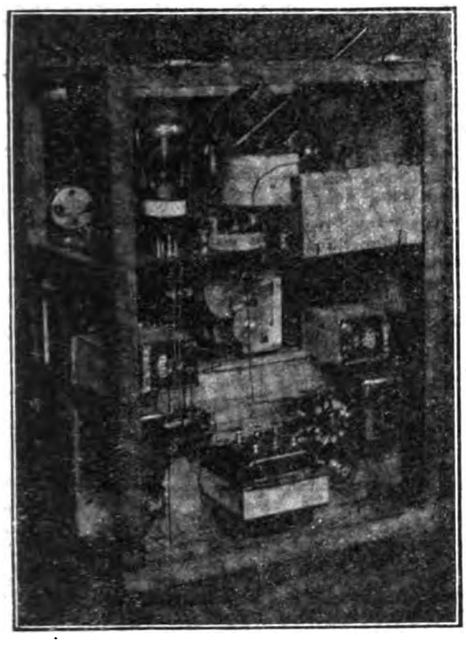


Fig. 5.

la fig. 6 est le schéma ; on reconnaît tout d'abord la self S à prise médiane représentée en pointillé car elle est amovible; sa monture comporte 5 broches : la broche N° 1 reliée à une extrémité de la self et au rotor du C.V. double est connectée au condensateur C" de liaison de la plaque ; celle marquée N° 2 est reliée au milieu de la self et au point milieu du transformateur de chauffage B I et au moins haute tension; les broches N°° 3 et 4 sont connectées respectivement aux deux stators du C.V. double, enfin, la dernière N° 5 est reliée à l'autre extrémité de la self à la grille par l'intermédiaire d'un milli de 0 à 5 millis shunté par une capacité de 1 MF. La plaque alimentée en parallèle est reliée au + H.T. du redresseur au moyen d'une self de 50 Henrys.

Le C.V. de l'hétérodyne est composé de deux C.V. S. C. A. R. E. D. jumelés dont les axes des rotors sont reliés mécaniquement et électriquement; la démultiplication agit à la fois sur les deux C.V. et est située à la partie postérieure du second, la capacité du premier est de 0,5 milli-microfarads ; il est du type spécial pour ondes courtes à grand diélectrique, le second est un type normal et sa capacité est de 0,8 milli-microfarads ; par la liaison des broches 3-5 effectuée sur la monture de la self, on accorde celle-ci au moyen du C.V. de 0,5 qui convient pour les ondes courtes ; si on relie 4-5 on accorde au moyen d'une capacité de 0,8 qui convient à des ondes plus longues, enfin en connectant 3-4-5 on réalise l'accord au moyen d'un C.V. de 1,3 milli-microfarad qui correspond à l'accord sur ondes longues, cette combinaison qui ne fait intervenir aucun organe mécanique pour réaliser les divers groupements de capacité se montre très efficace surtout parce que non seulement elle assure de bons contacts, mais encore parce qu'elle évite d'une façon absolue toute erreur systématique qui se produirait si pour les différentes gammes de longueurs d'onde on était obligé de manœuvrer un commutateur, car l'oubli de manœuvrer celui-ci entraînerait des lectures fausses ne correspondant pas aux courbes.

Sur le circuit de plaque est également monté un milli-ampèremètre, shunté par une capacité de 0,5 MF, et gradué de 0 à 30.

Les deux lampes sont montées en parallèle, on peut au moyen d'un commutateur se servir de l'une ou des deux à la fois; comme l'alimentation se fait en alternatif le commutateur courtcircuite dans la position = une résistance mise en série sur la lampe destinée à fonctionner seule dans la position — du commutateur; cette résistance très faible (une fraction d'ohm) a pour but de compenser l'élévation de tension qui résulte de la mise hors circuit de l'autre lampe et qui, si on ne prenait cette précaution, forcerait à réduire le chauffage pour fonctionner dans des conditions normales; pour vérifier ces conditions un voltmètre est monté aux bornes de la première lampe et un ampèremètre de 0 à 3 amp. en série sur le courant de chauffage.

ALIMENTATION

Chauffage. — Il est réalisé en alternatif brut au moyen d'un transformateur B I donnant 3+3 V. Un rhéostat de 200 ohms est monté en série sur le primaire, il permet d'amener les lampes à leur point de fonctionnement optimum.

Haute tension. — Elle est fournie au moyen d'un tableau disposé à l'intérieur du coffret renfermant l'hétérodyne. Un transformateur C_2 à deux secondaires alimente sous 4 volts une lampe B_2 à deux plaques et fournit la haute tension aux plaques ; le débit est réglé au moyen d'un rhéostat de 2,5 ohms bobiné en fil d'alliage spécial, sorte de bronze d'aluminium contenant du manganèse et connu sous le nom de « alliage Sc 37 », cet alliage se montre très intéressant car il permet de constituer des résistances dont le coefficient de température est très faible et dont l'élévation de température est peu élevée, une lampe au néon sert de limiteur de tension et permet d'alimenter le filtre sous une tension assez régulière; il suffit, en effet pour obtenir ce résultat que la lampe au néon soit constamment éclairée, le filtre se compose de deux selfs BS_1 montée chacune sur une des branches et par deux C.F. de 4 MF isolés pour 1000 volts, par crainte des surtensions qui peuvent détériorer l'ensemble en cas de claquage de ceux-ci ; ils peuvent être mis hors circuit par un commutateur (pour ne pas surcharger le dessin, ceux-ci sont représentés en deux parties en C_1 et C'_1).

De cette façon on peut alimenter les lampes en courant non filtré qui correspond à une modulation à 100 périodes; cela équivaut, en plus simple, au montage d'une hétérodyne avec ticker; quand on utilise le montage en non filtré, l'hétérodyne n'oscillerait plus si on n'avait soin de monter en parallèle sur la sortie du filtre un C.F. de 0,01 MF isolé à 1500 volts. En effet, la plaque ne serait pratiquement plus reliée au circuit oscillant à cause de l'impédance des deux selfs BS_1. L'isolement à 1500 volts a été choisi pour le cas où on alimente en alternatif à 500 volts ou plus.

Un rhéostat de 100 ohms est monté en série sur l'alimentation totale, il sert à l'allumage progressif des lampes et, si le secteur est irrégulier, à palier à l'irrégularité de celui-ci; les rhéostats R_1 et R_2 seront choisis ne formant pas coupure; pour R_1 un très bon potentiomètre (gros fil résistant) conviendra parfaitement, pour R_2 il sera facile de connecter la fin de l'enroulement sous la connexion reliée au balai.

Des coupures seront prévues comme il est indiqué sur le dessin

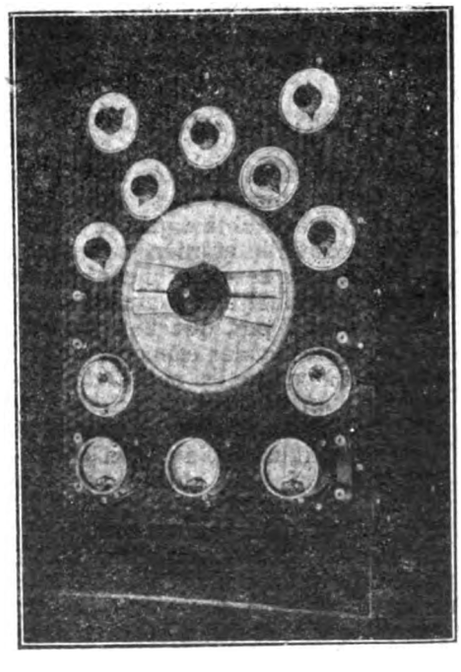


Fig 6

Digitized by Google

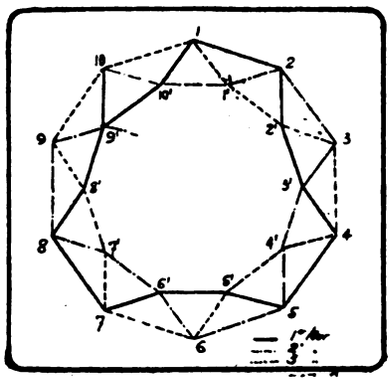


Fig. 7.

(fig. 6) pour permettre différentes mesures, suivant des méthodes qui seront exposées dans la suite de cet article : une première sur le circuit du milli, une autre entre la douille N° 1 et le stator double; une borne reliée à la douille N° 5 permettra de monter avec elle aux extrémités de la coupure, de monter une self ou une capacité en série ou en parallèle dans le circuit oscillant, enfin une dernière sur le retour du point médian de la self à celui du transformateur B I, cette coupure permettra d'intercaler un manipulateur, soit pour s'exercer à la lecture au son, soit pour des essais de récepteurs ou d'inscripteurs, soit enfin à faire de l'émission à faible puissance.

Pour effectuer différents couplages avec des circuits sur lesquels on veut opérer des mesures, on adoptera de préférence un couplage variable en Tesla non accordé; ce couplage devra pouvoir être aussi réduit que possible, il sera réalisé à l'intérieur du montage au moyen d'une self amovible montée sur un support mobile; deux bornes, montées à l'extérieur permettent de connecter la self de couplage.

BOBINAGE DES SELFS

Les bobinages adoptés sont pour les ondes courtes des sortes de gabion à très faible capacité répartie réalisés de la manière suivante : on trace deux cercles concentriques sur une planchette de diamètres respectifs 5 et 7 cm. que l'on partage en 10 parties égales espacées de 36° de façon à ce que les points de division de l'un se trouvent sur la bissectrice des angles formés par deux points contigus de l'autre et le centre commun. En chacun de ces points on plantera une cheville cylindrique perpendiculaire à la planchette, puis on commencera le bobinage comme il est indiqué sur la fig. 7 ; c'est-à-dire que l'on fera passer le fil sur deux broches contiguës d'une des circonférences, puis, dans le sens du bobinage, on passera à l'autre où l'on répétera la même opération et ainsi de suite; on repassera au même point après trois tours.

Voici les caractéristiques de ces bobinages pour couvrir la gamme 30 à 6000.

Self N°	Diamètre du fil	Nombre de tours	Gamme pratique de longueur d'onde	Capacité d'accord	Connexion réalisée
I	8/10	8	30 à 100	0,5/	3–5
II.....	—	15	70 à 200	—	—
III.....	—	45	180 à 400	—	—
IV	—	100	300 à 700	—	—
V	6/10	180	500 à 1.500	0,8/	4–5
VI	4/10	400	800 à 3.000	1,3/	3–4–5
VII.....	—	1.000	1.600 à 6.000	—	—

Les selfs IV à VI sont constituées par des fonds de panier de diamètre moyen de 6 cm., la self VII par deux bobines nids d'abeilles de 500 tours. La prise médiane est faite aussi exactement que possible et est reliée à la broche N° 2, les deux extrémités de la self sont reliées respectivement aux broches 1 et 5; on doit veiller en montant les fonds de paniers en série à ne pas inverser le sens des bobinages. Les bobines 1 à 6 seront cousues, la self N° 7 sera enroulée dans un guipage.

Pour monter les selfs, le meilleur procédé sera le suivant qui, s'il introduit un amortissement très faible quand il est réalisé avec de la bonne ébonite, est, par contre, d'une grande solidité; c'est cette raison qui en a guidé le choix, car il importe que les bobinages soient montés de façon très rigide ; on prendra deux flans d'ébonite de 80 mm. de diamètre; sur l'un d'eux on ménagera 5 trous correspondant aux 5 broches et deux autres qui serviront à monter l'autre flan à l'aide de deux trous semblables percés sur ce dernier. On connectera les selfs aux broches comme il a été indiqué plus haut, puis on montera l'autre flan que l'on serrera modérément, ensuite on entourera la self d'un ruban faisant plusieurs tours, puis on fera couler sur ce ruban de la paraffine bouillante; celle-ci imprégnera le ruban et rendra étanche le bobinage sans toutefois pénétrer à l'intérieur où elle serait une cause de perte, donc d'amortissement.

Le fil choisi sera de bonne qualité sous *deux couches coton* et non sous soie : la capacité répartie d'un bobinage sous soie est en effet supérieure à celle d'une même bobine sous deux couches coton.

Les gammes indiquées dans le tableau sont les gammes pratiques correspondant à l'utilisation des parties rectilignes des courbes, en pratique, elles s'étendent un peu plus de part et d'autre des limites indiquées, surtout vers les graduations inférieures.

HÉTÉRODYNE POUR ONDES COURTES

L'hétérodyne ainsi décrite permet de couvrir de façon pratique la gamme 75 mètres 6000 et même au delà puisqu'on peut sans difficulté faire osciller celle-ci à fréquence musicale en utilisant des

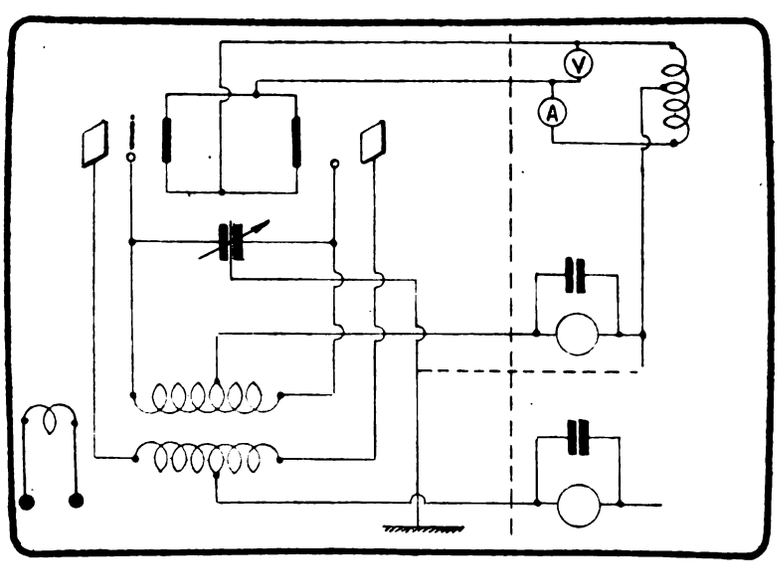


Fig. 8.

Digitized by Google

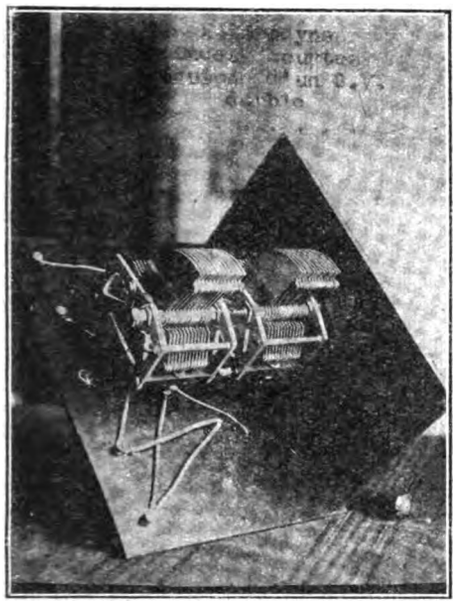


Fig. 9.

transfos basse fréquence; de même on peut descendre aux environs de 30 mètres, mais les oscillations sont instables. Si donc on se propose de faire des mesures au-dessous de 75 mètres, il est indispensable de se servir d'une hétérodyne spéciale; le montage qui convient le mieux est le symétrique que chacun connaît sous le nom de montage *Mesny*.

Le schéma est bien connu de tous et à titre de rappel il est donné figure 8; celui adopté par l'auteur comporte une légère modification de détail destinée à procurer une plus grande facilité de réglage car le montage est rendu absolument insensible à l'approche de la main ; au lieu d'utiliser un condensateur unique, type émission à faible puissance, on se sert d'un C.V. double type réception O.C. à grand espace, dont le rotor est commun et dont les stators sont connectés respectivement aux grilles des lampes; la capacité d'un tel C.V. est donc égale

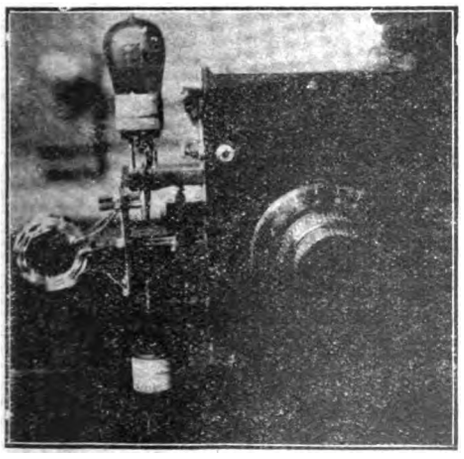


Fig. 10.

à la moitié de celle de chacun des C.V. élémentaires; dans le cas présent elle est de 0,25/1000; la démultiplication est cette fois réalisée par bouton démultiplicateur à rapport variable basé sur le principe du déplacement d'une couronne ondoyante; il a été ajusté aux environs de 300, soit un coefficient d'efficacité de 5.500 environ, ce qui permet un réglage extrêmement fin.

Le rotor commun peut être relié à la terre et au point milieu du transfo B_1.

Une autre particularité du montage est qu'il est prévu pour fonctionner derrière l'hétérodyne précédente en utilisant son alimentation et ses appareils de contrôle : il suffit de relier entre elles les bornes 1, 2 et 5 et de relier les retours de grille et de plaque respectivement aux broches de grille et de plaque de l'hétérodyne grandes ondes; on réalise de même les connexions de chauffage ; on voit qu'il est alors très facile de réaliser la jonction des deux appareils en se servant d'un culot de lampe comme prise de courant ; les coupures sur les différents circuits restent les mêmes et on peut de même utiliser cette nouvelle hétérodyne pour l'émission.

Un support mobile composé de deux douilles de 4 à genouillère est monté à proximité de la self pour permettre le couplage (soit pour des mesures, soit pour de l'émission) avec les selfs du circuit oscillant.

Self n°	1	2	3	4
Tours grille....	3	5	15	35
— plaque ..	4	7	19	43
— minim ..	6	14	40	100
— maxim..	18	50	120	350

Nature de la self, fonds de paniers accolés. Les fig. 9 et 10 montrent une vue extérieure et une vue intérieure d'une telle hétérodyne.

MESURES AU MOYEN DE L'HÉTÉRODYNE

1° *Mesure des longueurs d'ondes.*

Mesure d'une longueur d'onde par absorption (fig. 11). Cette méthode peut donner des résultats assez exacts, elle a surtout le grand avantage d'être rapide : on couple au moyen de la self intérieure montée sur un support mobile et d'une self extérieure montée en série sur celle-ci le circuit dont on veut connaître, la longueur d'onde, le couplage entre les trois circuits

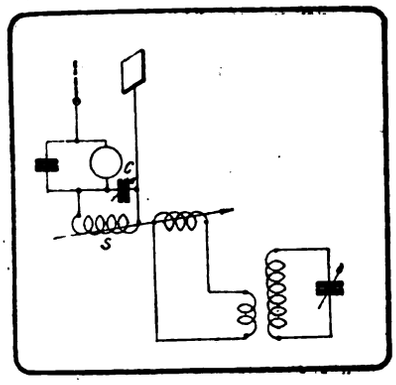


Fig. 11.

(self de l'hétérodyne, Tesla de liaison apériodique, self du circuit à mesurer) est d'abord serré; on met alors en service l'hétérodyne après avoir monté la self qui semble convenir pour la mesure à effectuer, on balaie la gamme de réglage de l'hétérodyne par la commande directe assez rapidement en observant le milli de grille; on remarque que celui-ci revient brusquement en arrière pour une position de l'aiguille du C.V. de l'hétérodyne. On découple les circuits et on balaie la plage du C. V. de part et d'autre du point où l'on avait noté le retour en arrière de l'aiguille du milli, on découple petit à petit les circuits de façon à ce que ce retour en arrière ne se fasse que pour un réglage bien défini du C. V. A ce moment on lit sur le cadran de l'hétérodyne la longueur d'onde ou, si l'on veut une plus grande précision, on opère de la façon suivante, qui est celle que nous allons adopter pour l'étalonnage de l'hétérodyne : cette méthode consiste à reproduire la diminution de courant grille au moyen d'un circuit

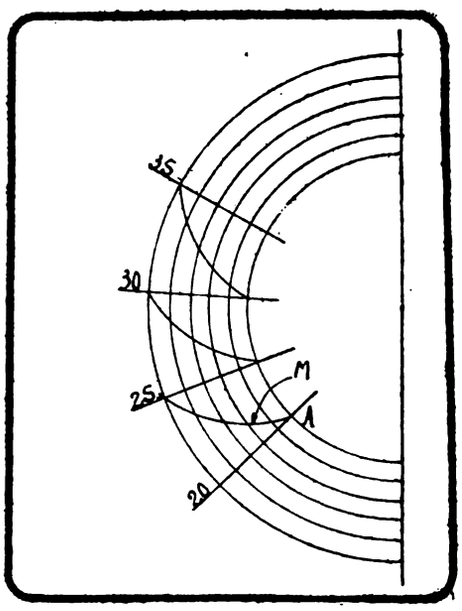


Fig. 12.

Digitized by Google

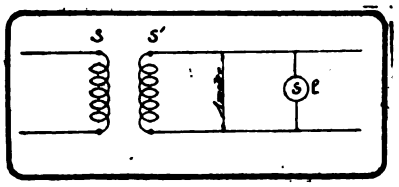


Fig. 13.

étalonné mis à la place du circuit à mesurer; si on remplace ce circuit par un circuit dont on peut connaître la longueur d'onde, il est évident qu'au moment où l'aiguille du milli reviendra en arrière le circuit étalonné sera accordé sur la même longueur d'onde.

Etalonnage de l'hétérodyne. — On se fixe les tensions plaque et filament et on se propose en général de dresser la courbe de longueur d'onde en fonction de la lecture de la graduation du cadran du C. V.; pour construire cette courbe, on opère par points, par exemple, on effectue une mesure pour les graduations en progression de 5° en 5°. On amène l'aiguille du C. V. sur la division 5° aussi exactement que possible, on couple de façon lâche la self de l'hétérodyne avec celle d'un ondemètre préalablement étalonné au moyen du tesla apériodique, on balaie la gamme de lecture de l'ondemètre au moyen de la commande directe de son C. V., on note le point où se produit l'absorption du courant du circuit de l'hétérodyne décelé par la diminution du courant grille, on manœuvre alors par la commande micrométrique après avoir découplé les circuits; au point exact où l'on observe une diminution du courant grille, l'aiguille de l'ondemètre donne la valeur de la longueur d'onde que l'on porte sur le papier millimétré; on a ainsi un point de la courbe; on recommence de 5° en 5°, on joint les différents points obtenus; en général on contrôle la courbe de la manière suivante: on détermine sur celle-ci un réglage de l'hétérodyne correspondant à une longueur d'onde que l'on se fixe arbitrairement, on amène l'aiguille du C. V. de celle-ci au point ainsi déterminé et on règle l'ondemètre de façon à obtenir une diminution bien nette du courant grille; à ce moment on contrôle les lectures des deux courbes qui doivent coïncider.

Les mesures par lecture directe sur la graduation de l'hétérodyne ne sont pas à conseiller pour des mesures tant soit peu précises, elles ne conviennent que pour des mesures rapides ou pour accorder des transfos M. F.; dans ce cas il importe non pas que ceux-ci soient réglés sur une longueur d'onde déterminée, mais qu'ils soient réglés sur une même longueur d'onde. En effet les erreurs de mesure s'ajoutent par suite du report d'un étalonnage, de plus la longueur d'onde émise dépend de ou des lampes employées, du chauffage et de la tension plaque.

GRADUATION DU CADRAN

LE CADRAN A ÉTÉ GRADUÉ SELON UNE MÉTHODE PEU CONNUE

Cette méthode de graduation, qui présente de grands avantages tant au point de vue lecture qu'au point de vue réalisation, ne dispense pas de l'emploi du papier millimètre; elle facilite les mesures en les rendant plus rapides, mais, si l'on veut

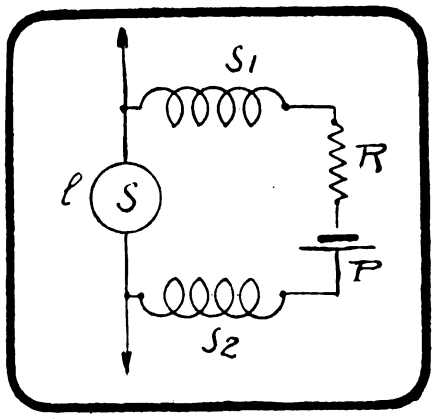


Fig. 14.

des résultats précis, il faut effectuer la lecture sur la graduation en degrès et en déduire la valeur cherchée au moyen de la courbe.

La réalisation de cette graduation sera donc faite en partant de cette courbe que nous supposerons faite. Suivant la gamme de longueur d'onde, on tracera des rayons correspondant à des longueurs croissantes de quantités constantes (de 5 en 5 mètres dans le cas de la figure 12), puis on tracera des cercles concentriques équidistants, espacés de 1 m/m par exemple, de façon à obtenir 5 ou 10 divisions parallèles, on déterminera une longueur d'onde intermédiaire entre deux rayons et on tracera une courbe reliant l'extrémité inférieure du rayon à l'extrémité du suivant en passant par le point déterminé (par exemple, on trace la courbe de A à B en passant par le point M qui correspond à une longueur d'onde de 22 mètres comprise entre 20 et 25 mètres). On voit de suite l'avantage que procure une telle façon de graduer les cadrans : il est en effet rebutant de graduer selon des rayons en effectuant des divisions rapprochées qui sont difficilement régulières. Pour lire une telle graduation, il suffit de lire la longueur d'onde correspondant au rayon situé immédiatement à la gauche de l'aiguille et d'ajouter à cette lecture le nombre de cercles, moins un, qui sont situés entre le point de croisement de l'aiguille avec la courbe et le bouton de commande du C. V., on multiplie le nombre de cercles ainsi trouvés par le nombre qui détermine l'écart de longueur d'onde; entre deux cercles consécutifs ,ce nombre est généralement l'unité, quelquefois 2 ou bien alors, dans le cas des grandes ondes, il peut représenter des dizaines ou des centaines, de même que pour les ondes très courtes, un ondemètre par exemple, il peut représenter des fractions de mètre.

Cette graduation facile à établir et à lecture rapide rendra de grands services aux personnes qui la réaliseront: elle sera particulièrement précieuse pour les émetteurs qui n'auront pas besoin de se référer à leur courbe d'étalonnage à chaque instant et qui pour la plupart emploient des ondemètres dont la graduation en longueur d'onde est faite à des intervalles croissant trop rapidement; il faut donc que ceux-ci interpolent à vue ce qui est pour eux une cause d'erreur, de plus ils ne peuvent effectuer rapidement la mesure de la longueur d'onde de leurs correspondants qui souvent cherchent à savoir s'ils ne sont pas reçus sur une longueur d'onde autre que celle de travail.

EMPLOI DES FILS DE LEECHER

Si pour l'étalonnage en ondes courtes on n'a pu se procurer un ondemètre gradué assez bas, ce qui est fréquent, on pourra opérer de la manière suivante:

On tendra à un mètre du sol deux fils parallèles situés à un mètre d'intervalle, les deux fils sont reliés à une extrémité par une boucle couplée directement ou indirectement à l'hétérodyne (fig. 13) la boucle de couplage de l'hétérodyne S ne comportera qu'une ou deux spires, celle reliée aux fils S' qu'une demi-spire, les couplages seront aussi lâches que possible. On montera un pont composé d'un conducteur coupé en son milieu pour recevoir soit une ampoule de

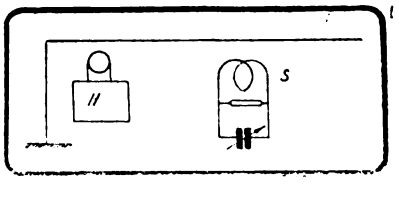


Fig. 15.

Digitized by Google

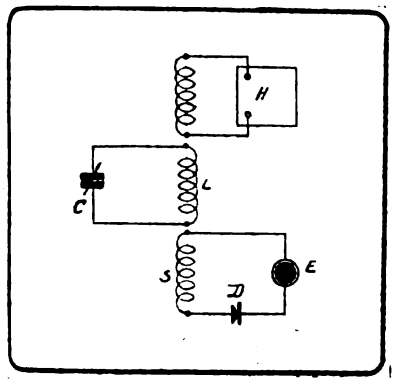


Fig. 16.

lampe de poche soit un tube au néon, pouvant se déplacer sur les deux fils.

L'hétérodyne est mise en fonction; on déplace alors le pont sur les fils, on remarque que pour certaines positions de celui-ci la lampe ou le tube s'allume : dans le premier cas, le pont se trouve à un ventre d'intensité (et par conséquent à un nœud de tension), dans le second à un ventre de tension (et par ce fait à un nœud d'intensité); on remarque que les points d'allumage du tube au néon sont à égale distance de deux points d'allumage voisins de l'ampoule à filament, ces points sont situés à un quart de longueur d'onde; l'allumage du tube au néon se faisant pour des réglages situés de part et d'autre du point médian exact situé entre deux maxima d'éclairement de l'ampoule de lampe de poche, on ne peut déterminer avec précision la position qui correspond à un éclairement de ceux-ci ; par contre les maxima d'éclairement de la lampe sont très nets à condition que le couplage soit faible et que l'on opère à l'abri de la grande lumière; pour travailler avec un faible couplage et des oscillations assez peu puissantes, on doit adopter le dispositif qui pallie à l'insuffisance du courant H. F. nécessaire pour amener la lampe à l'incandescence; on réalise le pont en se conformant au schéma de la fig 14; on voit de suite le fonctionnement d'un tel pont: le courant H. F. se superpose à celui fourni par une petite pile P à travers une résistance ajustable *r*, deux selfs S_1 et S_2 empêchent le courant H. F. de se dériver à travers la pile; la seule précaution à prendre dans cette réalisation consiste à rassembler les éléments : pile-résistances-selfs, de façon à ne pas introduire de masses qui pourraient fausser les mesures.

Pour effectuer une mesure de longueur d'onde, on procédera comme suit: l'hétérodyne étant sur un réglage arbitraire, on déplacera le pont monté avec une ampoule de lampe de poche jusqu'à l'obtention d'un maximum bien net d'éclairement (si ce maximum ne se produisait pas avec netteté, il faudrait découpler, s'il n'avait pas lieu du tout, c'est que le couplage serait trop faible et il faudrait dans ce cas ou le rendre plus serré ou mieux adopter un pont du type de la fig. 14, si enfin il n'y avait pas de maximum du tout, c'est que les fils seraient trop courts pour la longueur d'onde à mesurer ou, ce qui est la même chose, le réglage de l'hétérodyne serait fait sur une longueur dépassant les possibilités de mesure des fils de Leecher).

La distance entre deux maxima est égale à une demi-longueur d'onde; si la longueur des fils le permet il est préférable de mesurer plus de deux maxima, on évite ainsi des erreurs de mesure dans la

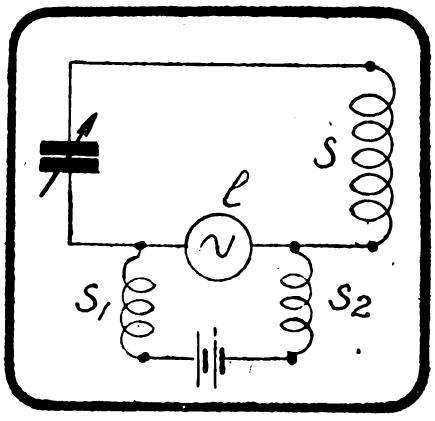


Fig. 17.

distance qui les sépare. Si les fils ne sont pas assez longs pour que l'on puisse obtenir deux maxima, on peut, si la spire de couplage est réduite à un arc de cercle de grand rayon, compter pour demi-longueur d'onde la distance qui sépare la boucle du maximum unique.

Il est très important de prendre toutes précautions de façon à éliminer les causes d'erreur dues à la présence de l'opérateur à une faible distance des fils, ainsi qu'aux mauvais contacts entre les fils et le pont; on devra donc manœuvrer à distance le pont, au moyen d'un bâton isolant et avoir des contacts bien propres.

On peut observer d'une autre façon la résonance en observant l'absorption par le retour du galvanomètre de grille de l'hétérodyne, cette méthode qui dispense de l'emploi de la lampe nécessite deux opérateurs.

Ces méthodes permettent une mesure très précise des courtes longueurs d'ondes, elles dépendent du degré d'habileté de l'opérateur à déterminer les maxima ainsi qu'à les mesurer, elles sont d'autant plus exactes que le couplage est faible et que les fils sont plus longs sans toutefois que cette longueur excède 4 ou 5 longueurs d'onde. On reporte les mesures effectuées par un des procédés connus sur la graduation.

On peut encore mesurer d'une façon directe les longueurs d'ondes assez courtes en réalisant le montage suivant (fig. 15) : on établit à faible distance du sol un fil horizontal dont une extrémité est isolée et l'autre à la terre, on couple l'hétérodyne avec cette antenne au moyen d'une self de couplage située à proximité de l'angle que forme le fil et sa descente. On règle l'ondemètre à la résonance au voisinage de l'hétérodyne, de préférence celui-ci sera muni d'un tube au néon. On déplace alors l'ondemètre, la self étant maintenue dans le plan du fil, le long de celui-ci et à une distance telle que l'allumage du tube n'ait lieu que pour des positions bien déterminées de l'ondemètre, en pratique on parcourt le fil en tenant l'ondemètre couplé serré avec le fil et on repère grossièrement les maxima que l'on indique au moyen d'un petit cavalier en papier, ensuite avec un couplage moindre on balaie de part et d'autre des points ainsi déterminés et on obtient des maxima très nets, on rectifie la position des cavaliers et on mesure les intervalles, ceux-ci sont espacés d'une demi-longueur d'onde.

Cette méthode moins précise peut cependant trouver son emploi, car sa réalisation est plus facile et elle évite le report des mesures sur l'ondemètre; il faut prendre soin de ne pas introduire de cause d'erreur en se trouvant trop près du fil pendant les mesures; il est à recommander de tenir l'ondemètre à proximité du fil par l'intermédiaire d'une planchette en bois sec, ou, dans le cas d'ondes très courtes, d'employer un ondemètre monté en forme de raquette.

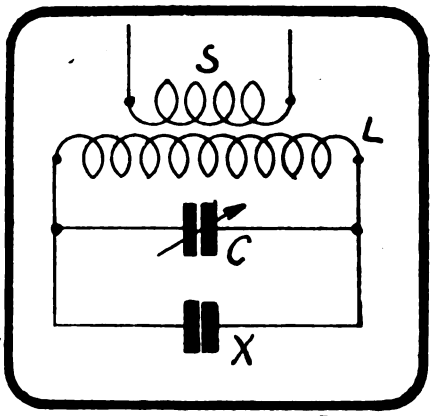


Fig. 18.

Digitized by Google

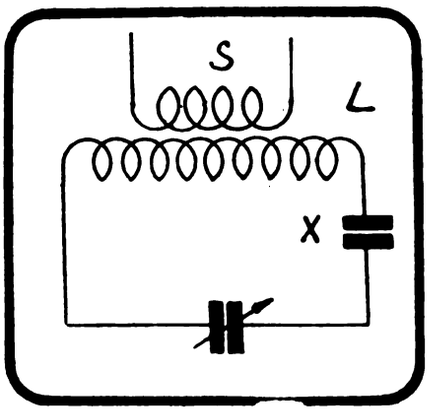


Fig. 19.

MESURE DES CAPACITÉS

1° *Par soustraction.* — On couple avec le circuit de couplage de l'hétérodyne la self d'un ondemètre dont on connaît la courbe de capacité, on monte (fig. 18) en parallèle sur le C.V. de cet appareil le condensateur X dont on veut déterminer la capacité. Le C.V. de l'ondemètre est réglé arbitrairement à une faible valeur de capacité, de préférence à une valeur ne comportant qu'un seul chiffre, on manœuvre le C.V. de l'hétérodyne de façon à obtenir la résonance, on déconnecte le condensateur X et par la manœuvre de C on rétablit la résonance ; la différence des valeurs de capacités lues sur l'ondemètre dans les deux mesures donne la valeur de la capacité X.

Cette méthode rapide doit être utilisée de préférence à celles en B.F. ; sa rapidité serait encore accrue si on graduait spécialement le C.V. de l'ondemètre et si celui-ci était un C.V. à variation linéaire de capacité et non comme sur la plupart des ondemètres un Square-law; cette méthode ne s'applique évidemment que pour la mesure de capacités inférieures à celle de l'étalon.

2° *Par mise en série.* — On réalise un schéma presque analogue au précédent (fig. 19), mais, au lieu de monter X en parallèle sur C, on monte ceux-ci en série ; on règle arbitrairement C à une valeur proche du maximum puis par la manœuvre du C.V. de l'hétérodyne on amène les deux circuits à la résonance ; on note la capacité obtenue soit C', on déconnecte X et on rétablit la résonance par la manœuvre de C", on fait une nouvelle lecture soit C" et l'on déduit la valeur de l'inconnue par :

$$X = \frac{C' \cdot C''}{C' + C''}$$

Une méthode à deux hétérodynes a été décrite par l'auteur dans le numéro de septembre dernier (*Q.S.T. français* N° ?); cette méthode exigeant deux hétérodynes sort du cadre de cet article.

Il est évident que l'on pourrait effectuer ces mesures, comme celles qui vont suivre, en courant redressé brut par la méthode de maximum que l'on décèlerait soit au moyen d'un circuit détecteur-écouteur en parallèle sur le C. V. de l'ondemètre, soit au moyen d'un circuit semblable disposé en série avec une self apériodique couplée avec le circuit résonnant de l'ondemètre.

MESURE DES SELFS

On monte en série sur la self de l'ondemètre la self à mesurer; la capacité variable de l'ondemètre est réglée à une faible valeur, on réalise au moyen de l'hétérodyne la résonance de ce circuit, on note la graduation de C, soit C', on supprime la self X à mesurer et on rétablit la résonance au moyen de C, soit C" la nouvelle lecture ; si on connaît la valeur L de la self de l'ondemètre, on en déduit :

$$X = L \frac{C'' - C'}{C'}$$

Si on ne connaît pas la capacité de C, c'est-à-dire si l'ondemètre est exclusivement gradué en longueur, d'onde, on a :

$$X = L \frac{\lambda'' - \lambda'}{\lambda'}$$

λ' et λ'' étant respectivement les lectures de l'ondemètre avec et sans X en série ; cette méthode ne peut s'appliquer que pour des selfs dont le rapport est inférieur à 1/3.

Dans cette mesure on doit se méfier de tout couplage parasite qui pourrait exister entre X et L et entre X et la self de l'hétérodyne ou la self de couplage de cette dernière, car on introduirait une erreur, la mesure ne permettant pas de tenir compte du coefficient de couplage.

MESURE DU COEFFICIENT D'INDUCTION MUTUELLE

Cette mesure qui est très importante se ramène à une mesure de self-induction, en effet, lorsque l'on dispose de deux selfs de valeurs connues, on sait que la valeur de la self équivalente est, si les deux selfs sont couplées :

$$L_1 = L' + L'' + M$$

ou

$$L_2 = L' + L'' - M$$

selon le sens des connexions, + si les flux s'ajoutent ; — si les flux se retranchent.

On mesure L_1 et L_2 et on en déduit en éliminant L' et L" :

$$M = \frac{L_1 - L_2}{4}$$

Il faut avoir soin de ne pas faire varier le couplage des selfs L' et L" quand on inverse les connexions.

MÉTHODE DE MESURE EN COURANT NON FILTRÉ

C'est une méthode de maximum; elle est moins précise que la précédente, mais néanmoins il est indispensable de la décrire, elle trouvera son utilisation dans le réglage des M. F. d'un poste à changement de fréquence. Cette mesure est analogue à celle que l'on effectue encore avec les ondemètres à excitation par choc au moyen d'un vibreur. On couple avec le tesla de liaison le circuit dont on cherche la longueur d'onde, on branche aux bornes du condensateur de ce circuit un système écouteur détecteur ou mieux (fig. 16) on couple à la suite de ce circuit un circuit apériodique comprenant détecteur et écouteur. On ferme les circuits d'alimentation de l'hétérodyne, les condensateurs du filtre étant débranchés, on obtient ainsi le fonctionnement en modulée à 100 pé-

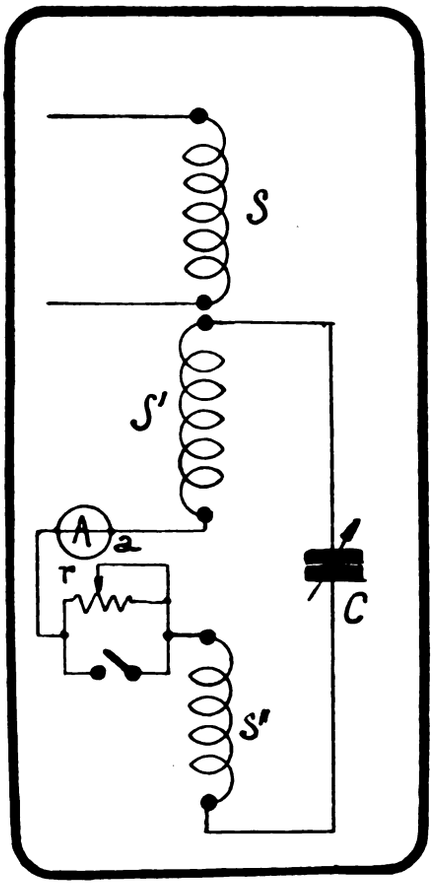


Fig. 20.

Digitized by Google

riodes qui rend la recherche du maximum très facile.

L'hétérodyne étant en oscillations, on manœuvre son C.V. de façon que l'on entende au casque le son le plus intense, on note le maximum, si celui-ci est flou on découple les circuits, et on recommence la mesure; on remplace le circuit à mesurer par un ondemètre et on cherche la longueur d'onde qui produise un son maximum dans les écouteurs du circuit de l'ondemètre.

Pour le réglage des M. F. d'un changeur de fréquence, on excite à distance le transfo d'entrée de la partie M. F. au moyen de l'hétérodyne alimenté en courant non filtré et on accorde les différents étages de façon à obtenir le son maximum aux bornes de la détectrice. Il est à remarquer que dans ce cas on peut se contenter de la graduation de l'hétérodyne car il importe davantage que les étages successifs soient réglés sur la même fréquence que sur une longueur d'onde rigoureusement déterminée.

AUTRE MÉTHODE DE MESURE AU MAXIMUM

Cette méthode ne diffère des précédentes que par la disposition de l'appareil décelant le maximum, qui est dans ce cas un ampèremètre thermique intercalé en série dans le circuit self-capacité à mesurer, cette méthode possède de graves inconvénients: 1° nécessité d'avoir un couplage serré entre les circuits pour que le circuit à mesurer capte suffisamment d'énergie pour que l'ampèremètre dévie; 2° introduction d'une résistance dans le circuit à mesurer. Cette méthode ne peut servir que pour mesurer la longueur d'onde d'un émetteur.

Une amélioration de cette méthode consiste à shunter le condensateur du circuit à mesurer et celui de l'ondemètre par une ampoule spéciale au néon; ce principe est très souvent utilisé pour contrôler la λ des émetteurs.

Une autre variante (fig. 17) consiste à remplacer le thermique par un système composé d'une petite pile, d'un fil résistant bobiné de façon à former résistance selfique et une ampoule de lampe de poche; cette dernière est connectée au point où primitivement on disposait le thermique; cette méthode est aussi intéressante que celle du thermique et quelquefois plus sensible, elle a le grand avantage de pouvoir être à la portée de tous les amateurs. Le fil résistant doit être choisi de telle façon que par sa résistance il amène la lampe au rouge sombre et que par sa self il s'oppose au passage des oscillations H.F. cette condition est particulièrement facile à réaliser dans le cas de mesures sur ondes courtes. On peut aussi monter deux selfs S' et S" et en série sur la pile une résistance ajustable.

MESURE DES PERTES EN H. F.

Mesure de la résistance H. F. d'un circuit. — On intercale (fig. 20) en série dans le circuit dont on veut connaître la résistance un ampèremètre ou mieux un thermocouple et une résistance à variation progressive sans self ni capacité; cette résistance sera court-circuitable par une manette montée très près d'elle et pouvant assurer un court-circuit franc sans changer les caractéristiques du circuit.

On couplera la self avec l'hétérodyne, on manœuvrera le C. V. de celle-ci de façon que la déviation de l'ampèremètre soit maximum; cette première mesure sera effectuée, la résistance étant hors circuit. Si l'on pose :

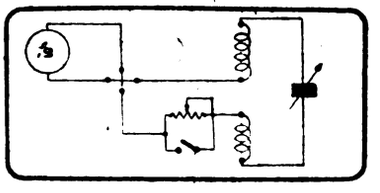


Fig. 21.

I' : intensité dans la self de l'hétérodyne ;

M : mutuelle des deux selfs ;

a : la résistance de l'ampèremètre ;

r : la valeur de la résistance ajustable ;

ω : la pulsation.

L'intensité lue à l'ampèremètre I_1 est :

$$I_1 = \frac{M\omega I'}{x+a}$$

On effectue une deuxième mesure avec la résistance ajustable en série et l'on règle cette résistance de façon que l'on ait :

$$I_2 = I_1/2$$

Or on a :

$$I_2 = \frac{M\omega I'}{x + a + r}$$

D'où on tire

$$x = r\frac{I_2}{I_1 - I_2} - a$$

Et comme

$$I_2 = I_1/2$$

On a :

$$x = r - a$$

N. B. — Choisir un thermique ayant une résistance d'au moins 3 ohms.

L'emploi d'un thermo-couple (fig. 21) permet des mesures plus précises par suite du faible couplage que l'on peut utiliser; il faut remarquer que les déviations d'un thermo-couple ne sont pas proportionnelles à l'intensité du courant, mais au carré de cette dernière.

Pour obtenir une grande précision utiliser toujours le plus faible couplage compatible avec une bonne facilité de lecture. Effectuer de préférence le montage suivant qui permet d'effectuer les mesures à un ventre de tension.

Dans toutes les mesures de pertes H. F., il est indispensable, si l'on veut être précis, de se tenir aussi loin que possible des masses absorbantes : pièces métalliques, murs, bois, etc...

MESURE DE LA RÉSISTANCE H. F. D'UNE SELF

On réalise le montage de la fig. 21 et l'on emploie comme capacité deux plaques de cuivre montées sur des bâtonnets d'ébonite taillés en pointe; on a ainsi un condensateur dont on peut considérer les pertes comme négligeables, la résistance mesurée sera donc celle de la self.

MESURE DE LA RÉSISTANCE H. F. D'UN C. V.

On réalise le montage de la fig. 21, on monte à la place du C. V. à étudier un condensateur sans pertes comme celui décrit plus haut et l'on mesure la résistance de la self; on monte ensuite à la place de ce condensateur le C. V. dont on veut connaître la résistance, on règle ce dernier de façon que le circuit de mesure soit en résonance avec celui de l'hétérodyne et l'on opère la mesure.

Comme à la résonance le circuit obéit à la loi d'Ohm on obtient la résistance cherchée par une simple soustraction.

MESURE DE LA RÉSISTANCE H. F. D'UNE ANTENNE

On réalise le montage de la fig. 21 dans lequel le circuit à mesurer est le circuit self-antenne-terre et l'on opère de la même façon que pour les mesures précédentes ; connaissant la résistance de la self on en déduit celle de l'antenne.

Ce schéma est très important car il permet aux amateurs émetteurs

Digitized by Google

de connaître la résistance H. F. de leur antenne; il leur suffit d'effectuer les mesures à faible puissance et avec un couplage lâche. Il est de toute importance à un émetteur de connaître cette résistance, car la connaissant il peut améliorer son aérien et faire des essais comparatifs entre les différentes antennes utilisées. La mesure de cette résistance est très instructive et c'est souvent d'une insuffisance d'isolement que proviennent des portées insignifiantes ou tout au moins trop faibles ; il est facile quand on a localisé le mal d'y remédier.

EXEMPLE NUMÉRIQUE DE MESURE DE PERTES H. F.

Dans une première mesure, la résistance ajustable étant court-circuitée, on a obtenu une déviation de l'aiguille de 82 divisions par la manœuvre de la résistance; on a ramené cette lecture à 82/4 soit 20,5 divisions (cas de l'emploi d'un thermo-couple) ; la résistance du thermo-couple est de 1 ohm 93, celle de la résistance de 5 ohms 2, on a donc :

$$X = r - a = 5,2 - 1 ; 93 = 3,27.$$

La résistance de la self étudiée est donc de 3,27 ohms sous λ = 800 m.

Pour effectuer la deuxième mesure, on remplace le C. V. sans pertes par le C. V. à étudier; la lecture du Galvanomètre donne une déviation de 76 divisions, le couplage ayant été très légèrement resserré entre l'hétérodyne et la self de mesure; on ramène le galvanomètre à 19 divisions, à ce moment on note la valeur de la résistance réglable qui est de 14.19 ohms, d'où l'on tire :

$$X' = r - a = 14,19 - 1,93 = 12,26.$$

Enfin on tire :

$$X'' = 12,26 - 3,27 \pm = 8,99.$$

De la formule :

$$R = A \frac{L^2}{\lambda^2}$$

on tire :

$$A = \frac{R\lambda^2}{L^2}$$

Comme la valeur de R diffère de 9 par défaut de 1/100°, on peut prendre sans trop nuire à la mesure la valeur de 9 ohms pour valeur de R, la valeur de la self utilisée est de 3,600 milli henrys, on a donc :

$$A = \frac{9 \cdot 0,512}{12,5} = 0,368$$

Ce coefficient est un des meilleurs de ceux trouvés, il correspond au C. V. qui se trouve photographié sur la fig. 25, ces résultats obtenus sur un C. V. de série courante à un prix modique et de fabrication française montre que l'on n'a pas besoin de payer cher des pièces importées dont parfois les coefficients sont astronomiques.

La valeur de la résistance du C. V. peut sembler énorme; il n'en est rien, cette anomalie apparente est commune à toutes les capacités un peu grandes par rapport à la self; si on avait effectué la mesure sur 400 mètres on aurait eu pour résistance : 1,6 ohms.

On voit par cet exemple que la mesure des résistances H. F. est une opération assez aisément réalisable, elle demande seulement un espace libre suffisant pour ne pas être influencée par les masses environnantes.

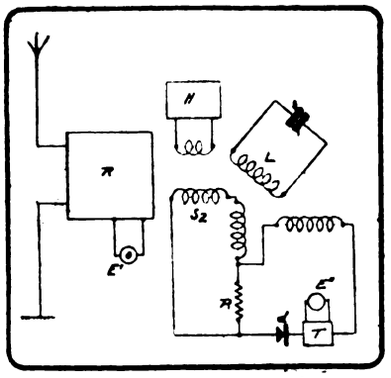


Fig. 22.

MESURE DE LA PUISSANCE H.F. DISSIPÉE PAR UNE LAMPE

La méthode ci-dessous ne s'applique pas aux lampes dans lesquelles le vide a été parfait par vaporisation de magnésium ni aux lampes dont la plaque travaille à une température inférieure au rouge sombre. Voici le mode opératoire que l'on peut employer : on monte sur l'hétérodyne la lampe à essayer, en remplaçant la source H.T. par une autre capable de débiter suffisamment et dont le voltage corresponde à celui d'utilisation ; on peut conserver l'alimentation de chauffage; le transformateur B_1 utilisé pouvant débiter 4 ampères sous 8 volts peut en effet suffire dans la plupart des cas; si le voltage était insuffisant, une solution du problème consisterait à mettre en série avec lui le secondaire de C_2 non utilisé dans ce cas; dans le cas de puissance plus importante, les circuits de l'hétérodyne ne seraient pas en rapport avec l'énergie mise en jeu.

On règle au moyen de l'ondemètre l'hétérodyne de façon à faire travailler la lampe dans les conditions de l'emploi, on couple au moyen de la self de couplage un circuit comprenant self-condensateur variable et possédant une résistance équivalant à celle d'utilisation, ce circuit sert d'antenne fictive; en général, on branche au milieu de la self un ampèremètre thermique; on amènera la valeur de l'intensité à égaler celle qui serait normalement obtenue sous la même longueur d'onde à la base de l'antenne (fonctionnement en accordé) ; l'antenne fictive est réglée à la résonance.

Le système étant en état d'oscillation, la plaque doit être amenée au rouge sombre. On dispose, après avoir fait l'obscurité dans la pièce où l'on opère une lampe électrique dont on peut faire varier l'éclat au moyen d'un rhéostat très progressif que l'on constitue en général par la mise en série d'un rhéostat à plot et d'un rhéostat type T.S.F.; on peut remplacer le premier rhéostat par une autre lampe de même type que celle utilisée de façon à réduire la brillance du filament; cette lampe est disposée devant la plaque de la lampe à étudier : on règle au moyen du rhéostat l'éclat de la lampe de façon à ce que le filament et la plaque soient de la même couleur, à ce moment la température de la plaque est égale à celle du filament. On note le débit du milli de plaque, puis on court-circuite le C. V. de l'hétérodyne en ayant soin de réduire la tension d'alimentation plaque; on amène par tâtonnement la plaque à la même température que précédemment, grâce au point de comparaison qu'est la lampe précédemment réglée. On fait le produit : Tension plaque dans le premier essai par débit en millis et on retranche le produit seconde tension par second débit; la valeur ainsi obtenue est sensiblement la valeur du courant transformé en oscillations. On peut également opérer à tension constante en réduisant le courant plaque au moyen du rhéostat de chauffage.

Au cours de cette mesure, il importe que la résistance du rhéostat en série sur la lampe d'éclairage utilisé n'ait pas varié, il est à recommander de s'assurer de cette condition en intercalant un bon thermique en série sur son circuit.

MESURE DES LONGUEURS D'ONDE A LA RÉCEPTION (MÉTHODE ARMAGNAT)

Les ondes reçues par l'antenne sont écoutées (fig. 22) sur un récepteur non muni de réaction au moyen de l'hétérodyne; on règle celle-ci de façon à éteindre la note

Digitized by Google

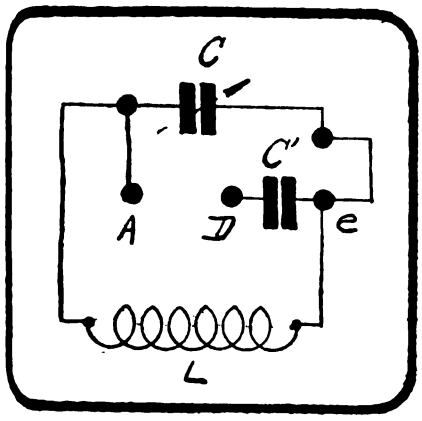


Fig. 23.

de battement (il est facile de faire ce réglage en se rappelant que par la manœuvre du C. V. d'hétérodyne au moment de passer sur le réglage correspondant à la longueur d'onde du poste émetteur la note de battement qui était élevée au début devient de plus en plus grave à mesure que l'on manœuvre le C.V. puis s'éteint, à ce moment l'hétérodyne est réglée sur la λ de l'émetteur).

On écoute l'hétérodyne au moyen d'un dispositif permettant d'effectuer la mesure par une méthode de *zéro*. Le récepteur peut être d'un type quelconque sans dispositif de réaction, H est l'hétérodyne dont la self de couplage est figurée en S', elle est couplée d'une part (couplage lâche) avec le récepteur R et avec la self S" d'un contrôleur d'onde type *Armagnat* ; on règle le circuit étalonné LC de façon à obtenir l'extinction du son dans le téléphone E" monté en série dans le circuit comprenant un détecteur et un ticker.

Pour effectuer ces mesures, il est indispensable d'utiliser un C. V. d'hétérodyne muni d'un système démultiplicateur et si possible un ondemètre qui en soit également muni.

UN ACCESSOIRE INDISPENSABLE : L'ONDEMÈTRE

C'est le complément sans lequel toute mesure est impossible, il est donc nécessaire de lui consacrer quelques lignes.

L'auteur donne la préférence au type à absorption qui ne comporte pas d'organes pouvant introduire *d'amortissement* dans le circuit de mesure. Destiné à effectuer des mesures au moyen de l'hétérodyne alimentée à volonté en redressé filtré ou brut, on peut prévoir des bornes A B D E disposées selon la fig. 23, elles permettent diverses combinaisons :

1° B-E reliés : utilisation de l'ondemètre comme ondemètre d'absorption ou comme circuit bouchon ; en branchant entre A et B un condensateur de valeur inconnue, on peut procéder à son étalonnage.

2° B-E ouverts: on peut effectuer des mesures de capacités supérieures à C, ou bien faire des mesures de self ou de coefficient d'induction.

3° On peut effectuer les mêmes mesures par écoute en montant ce dernier entre D et E et en montant un détecteur entre A et D.

4° Une ampoule au néon montée en parallèle sur le C. V. permet à l'émission des mesures au maximum.

Avec un tel montage et un C.V. de 0,80/1000 de MF on couvrira les gammes suivantes :

Le diamètre moyen des selfs est

Nombre de tours.....	1	5	15	50	150
Min.....	5	15	30	120	300
Max.....	27	70	155	650	1500

de 6 cm ; l'accord sera d'autant plus pointu que les pertes seront plus réduites dans le système, il faudra donc monter cet appareil avec soin et éviter les capacités parasites qui diminuent la gamme de mesure et qui en accroissant la résiduelle faussent la courbe qui avec un C. V. bien étalonné est pratiquement une droite.

Les fig. 24 et 25 représentent une vue d'ensemble et une vue intérieure d'un tel ondemètre. La graduation a été faite directement de la façon décrite au sujet de l'hétérodyne; il ne faudrait pas utiliser cette graduation pour des mesures précises, mais elle se montre très utile par la rapidité qu'elle procure, car elle permet de déterminer avec approximation la gamme dans laquelle on travaille. La meilleure des graduations est et restera encore longtemps, tout au moins dans le domaine amateur, celle en degrés que l'on reporte sur une feuille de papier millimétré.

ÉMISSION A FAIBLE PUISSANCE

A titre d'expérience plusieurs solutions de l'utilisation de cette hétérodyne pour effectuer de l'émission à faible puissance vont être décrites.

1° *Emission en graphie.* — Il suffit d'intercaler un manipulateur sur une des coupures : M, M', M" : en général on choisit M. Le seul réglage consiste à accorder le circuit oscillant sur une longueur d'onde qui permette de travailler avec un rendement satisfaisant ; à ce sujet on pourra se reporter utilement aux articles très documentés sur la question de l'émission d'amateur, ainsi que sur les antennes parues dans cette revue. On peut également travailler en redressé brut, on a alors une note modulée à 100 périodes dont la note est facile à recevoir.

Pour connecter l'antenne et la terre il suffit de relier les fils de connexion de ces derniers aux extrémités de la self S', on peut intercaler un thermique à la base de l'antenne.

On peut en modifiant le schéma de la fig 6 émettre en alternatif brut en réalisant le montage de la fig. 26 ; ce montage peut être prévu en construisant l'hétérodyne; cette modification visible dans la réalisation de la fig. 17 n'a pas été mentionnée sur le schéma de la fig. 6 pour ne pas encombrer les dessins; tout amateur qui voudrait effectuer cette amélioration le fera très aisément au moyen d'un inverseur tétrapolaire, dont deux des bras serviront à reporter les extrémités du secondaire H. T. du C_4 de part et d'autre du condensateur C"; le troisième bras servira à couper le

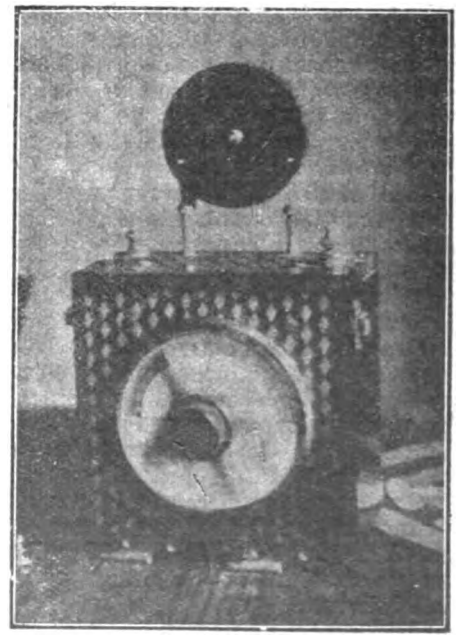


Fig. 24.

Digitized by Google

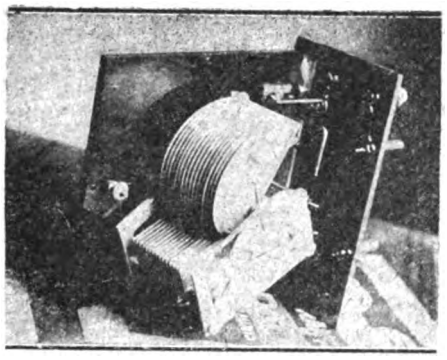


Fig. 25.

circuit de chauffage de la biplaque B_2, le quatrième coupera la connexion médiane de C_2. Dans ce cas le manipulateur pourrait être intercalé sur le primaire de C_2. C'est cette éventualité de fonctionner à l'émission à tension élevée qui a fait choisir un fort isolement pour C'', qui au cas où les triodes ne seraient pas allumées, subirait des surtensions qui pourraient en compromettre l'existence.

N. B. Ne pas oublier de mettre la manette brut filtré sur *brut*.

2° *Emission en phonie.* — On peut réaliser cette émission bien qu'il reste souvent un très léger souffle dû au chauffage en alternatif, néanmoins, si le montage est bien fait et si les prises des transfos sont bien au milieu électromagnétique des enroulements, ce bruit est négligeable et ne peut être perçu qu'en l'absence de modulation; en tout cas il est rare que ce bruit empêche la compréhension de la parole ; comme il ne servira pas à l'émission de concert destiné à être écouté par un nombreux auditoire, mais à faire quelques expériences de transmission, ce dispositif se montrera suffisant. Si on voulait absolument supprimer ce bruit de fond, il suffirait de déconnecter le transfo B_1 et de le remplacer par un accumulateur de 20 à 30 ampères-heures.

Les seules manœuvres à faire pour émettre en phonie consistent à remplacer la coupure M' soit par un microphone, soit mieux (fig.27) par le secondaire d'un transformateur à rapport variable, dont le primaire est intercalé en série avec une pile et un microphone, la figure donne le schéma de la modification apportée au montage. L'antenne et la terre sont couplées comme il a été dit précédemment. On a intérêt à retirer la lampe au néon qui permet d'augmenter la tension, jusqu'à près de 200 volts, en poussant un peu le chauffage de la biplaque.

Aucun essai poursuivi n'a été effectué avec ce montage, des réceptions à faibles puissances sur différentes longueurs d'onde ont été signalées ; il serait à souhaiter que des essais de ce genre soient effectués, car ils permettraient d'envisager le poste émetteur facile à installer et réellement autonome, car, pour la phonie, en dehors de la pile du micro, il ne nécessite aucune source de courant autre qu'une connexion à une prise de courant sur le secteur.

La fig. 28 représente l'hétérodyne fonctionnant en émetteur radiophonique.

N.-B. — On a intérêt, si le montage du système de modulation fait décrocher, à monter deux selfs de choc entre la coupure et le transfo soit à brancher ce dernier en M.

Dans les essais d'émission on a intérêt à utiliser une self à prise variable ou deux selfs à couplage variable de façon à utiliser le point optimum de fonctionnement.

REMARQUE IMPORTANTE SUR LE CHOIX DES ACCESSOIRES

On ne saurait trop recommander aux personnes désireuses d'effectuer un tel montage de choisir avec un très grand soin tous les accessoires entrant dans cette hétérodyne: il faut se rappeler que les conditions d'utilisation sont tout autres que celles qui se présentent ordinairement dans un montage récepteur où les courants oscillants sont toujours très faibles; dans le cas présent les oscillations seront assez énergiques, particulièrement si on veut essayer des lampes émettrices; si on choisit un C. V. dont l'isolement est constitué par de courts bâtonnets en ébonite moulée ou en bakélite, on risque de voir ces isolants se désagréger sous l'influence des courants H.F. (tout le monde sait

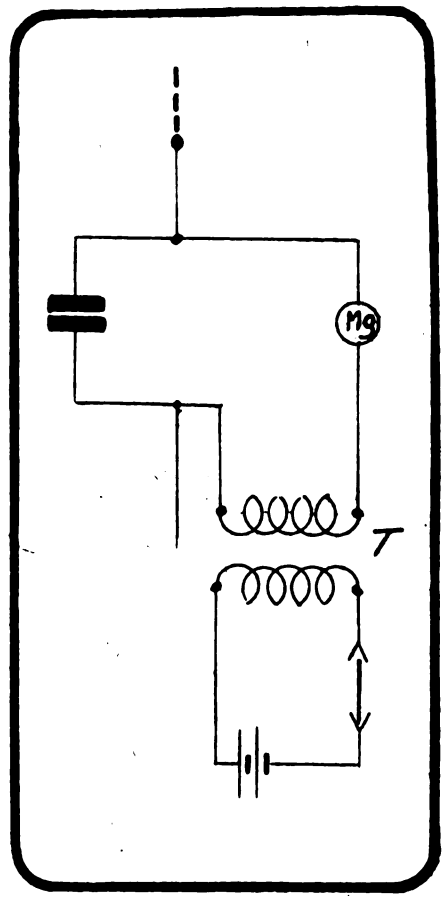


Fig. 27.

en effet que la qualité de l'ébonite moulée en baguettes est inférieure de beaucoup à celle de la planche). On doit donc choisir des C. V. isolés par des pièces d'ébonite carrées et au nombre de deux, ceci afin de réduire les lignes de fuite en même temps que les pertes dans le diélectrique; choisir un C. V. ayant aussi peu d'entretoises que possible pour avoir une résiduelle faible. On aura intérêt à prendre un C. V. dont les barrettes serviront d'entretoises à condition que

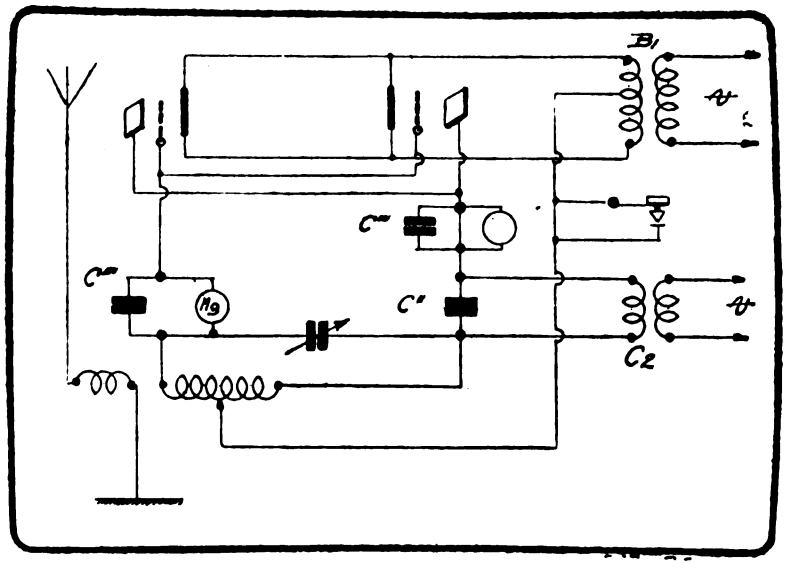


Fig. 26.

Digitized by Google

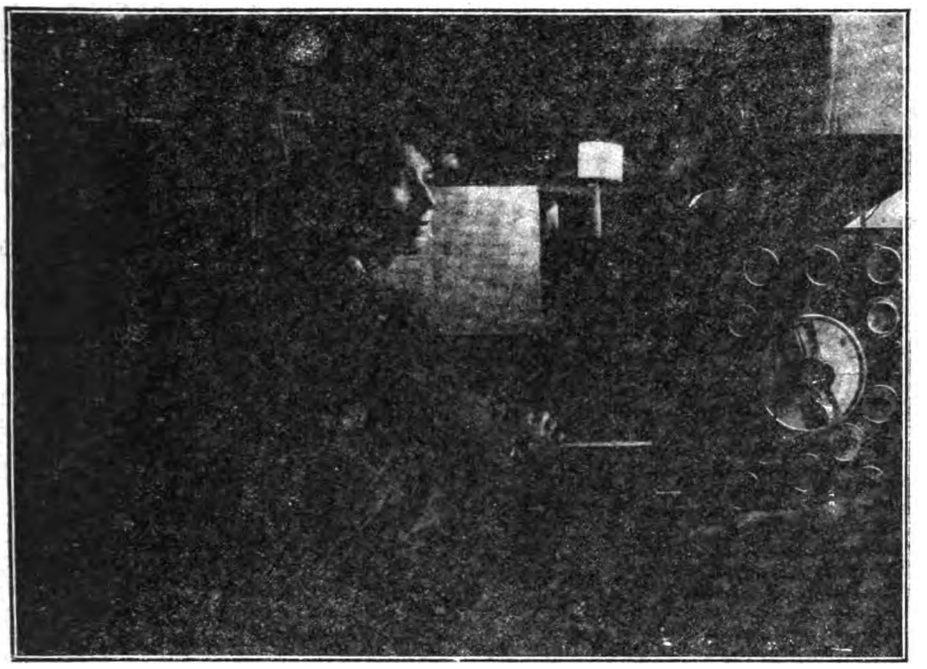


Fig. 28.

ces dernières assurent une bonne tenue mécanique de l'ensemble. Les appareils utilisés par l'auteur ont pour coefficient de pertes : celui de 0,5 MF type O. C. 0,317, celui de 0,8 type normal 0,394; ces coefficients sont parmi les plus bas actuellement connus et équivalent, fragilité en moins, aux meilleurs appareils au quartz, de plus l'ébonite est moins sujette à des variations de coefficients que le quartz par suite des variations de l'état hygrométrique de l'air; on doit également demander au fournisseur un appareil ayant une courbe pratiquement squarelaw surtout sur O. C.

Les rhéostats seront choisis à faible coefficient de température, ceux à grande résistance chaufferont un peu en effet; il ne faut pas que cette élévation de température puisse fausser les mesures; pour parer à cette éventualité, il sera bon de laisser l'hétérodyne en fonction pendant toutes les mesures et ne commencer celles-ci que dix minutes environ après la mise en route de l'hétérodyne pour que les températures s'équilibrent.

Pour la même raison, on ne devra utiliser que des transfos de bonne fabrication qui puissent débiter la puissance maximum sans échauffement appréciable; il sera bon de les essayer de la façon suivante: on relie les primaires au secteur et on ferme les secondaires sur un circuit comprenant une résistance réglable et un ampèremètre, on règle la résistance de façon que l'ampèremètre indique une intensité double de celle de régime, soit 2,5 amp. pour le secondaire B. T. du C_2 et 5 amp. pour le BI (en prévision de l'emploi de lampes consommant davantage que 1,5); après un quart d'heure de fonctionnement les transfos ne doivent présenter qu'une faible augmentation de température, s'ils tiédissent d'une façon peu sensible on pourra dans ce cas être sûr qu'ils ne chaufferont pas en service normal; pour plus de sûreté on pourra leur faire subir un deuxième essai consistant à les faire débiter pendant une heure à un régime de 25 % supérieur au régime d'emploi, soit 2,25 amp. pour le C_2 et 1,9 pour le B_1, l'essai de ce dernier n'est pas utile car il a été prévu d'un débit normal supérieur à celui demandé.

Les lampes utilisées sont des T. M. 1.003 dont les constantes sont : chauffage 3,8 à 4 volts pouvant être porté à 4,8 pour l'émission, l'intensité est d'environ 0,7 à 0,75 amp. coefficient d'amplification 8 à 10, résistance interne 25.000 ohms, courant de saturation 10 millis. La redresseuse est une B_2 ayant les caractéristiques suivantes : tension chauffage : 4 à 6 volts, intensité : 1,8 amp., courant de saturation 30 à 40 millis, la tension maximum à appliquer est de 500 v.

Les condensateurs: C C' seront pris obligatoirement isolés à 1.000 volts à cause des surtensions auxquelles ils peuvent être soumis. C" à 1.500 v., C"' et C"" pourront par contre être isolés pour 500 volts.

Les ampèremètre et voltmètre mesurant l'intensité et le voltage de l'alimentation B. T. seront du type 8 électro-magnétique de bonne sensibilité; les deux millis qui ne sont destinés qu'à des mesures en continu seront de bons appareils à cadre mobile.

On voit quelles variétés de mesures et d'essais ainsi que les nombreux usages auxquels peut servir l'hétérodyne ainsi construite. Le grand avantage du montage décrit est sa grande autonomie; en effet son alimentation entièrement réalisée en alternatif permet de l'employer n'importe où du moment que l'on dispose d'une prise de courant alternatif, ce qui dispense de l'emploi aussi encombrant qu'onéreux des batteries d'accus : il est en effet impossible d'utiliser des piles pour la tension plaque dont le débit aura tôt fait de polariser les éléments de la pile de plaque et par ce fait de modifier les constantes de l'hétérodyne. La solution employée par l'auteur élimine la sujétion de maintenir constante la tension plaque, puisque la lampe limiteur de tension se charge automatiquement de ce réglage et le maintient à un très faible pourcentage près constant.

Peu d'amateurs jusqu'ici connaissaient une méthode facile de mesure de résistance en H. F., l'hétérodyne de mesure les met à leur portée avec une précision qui n'est pas aussi rigoureuse que celle de nos importants laboratoires, mais qui est bien suffisante, car les résistances varient d'une pièce à l'autre et que généralement on effectue une mesure sur une pièce pour se rendre compte si celle-ci a été bien étudiée avant d'envisager la fabrication en série; dans ce cas, la mesure fournie par les laboratoires est trop précise, elle sert en effet à caractériser la résistance moyenne de la série en cours; par exemple le coefficient de pertes d'un C. V. devra dans ce cas être connu au plus à deux décimales près et souvent même à une seule, des écarts de 10 % pouvant exister entre deux pièces de même série.

Le jour où les amateurs éclairés et les constructeurs de postes feront de tels essais sur le matériel qu'ils emploient, les résultats records seront de règle; différents essais sur certaines pièces montrent en effet que si des mesures de pertes avaient été faites ces pièces auraient du être rejetées et remplacées par de meilleures.

Cet article faisant suite à celui de vulgarisation des méthodes de mesures consacré aux mesures rapides des capacités sera suivi par d'autres qui donneront la façon de faire des mesures indispensables, si l'on veut effectuer des recherches autres que celles par tâtonnement, en n'utilisant que des éléments dont on connaît toutes les caractéristiques, tout au moins avec une certaine approximation.

Digitized by Google

Les amplificateurs haute fréquence

par Jean BARRÉ

■ ■ ■ ■ ■

GÉNÉRALITÉS

D'UNE manière générale, tous les montages amplificateurs à lampes reposent sur un même principe qui est le suivant : si on applique à la grille d'une lampe une tension u, le circuit plaque est parcouru par un courant i qui est le même que si la tension plaque passait de sa valeur initiale v à la valeur $v + Ku$, K étant une constante, dépendant seulement de la lampe considérée, et que l'on appelle coefficient d'amplification en volts, pour bien rappeler que le rôle de la lampe dans ce cas est uniquement une amplification des tensions alternatives appliquées à la grille. Le coefficient K n'est d'ailleurs pas une simple abstraction de calcul, il a une signification physique précise : on peut démontrer que K est le rapport de la capacité grille-filament à la capacité filament-plaque. Ce n'est d'ailleurs qu'une approximation, mais combien commode et simplificatrice, et devant la facilité qu'elle donne aux calculs, nul n'hésite à l'adopter. Revenons à nos amplificateurs. Pour produire à partir du courant plaque la différence de potentiel que l'on appliquera à la lampe suivante, il n'y a qu'un moyen, c'est de faire passer ce courant dans une résistance ; aux bornes de celle-ci naît une différence de potentiel qui, en vertu de la loi d'Ohm, est égale à $R\,i$ ou à $Z\,i$ suivant que l'on emploie une résistance pure ou une impédance. Tous les appareils réalisés ne diffèrent que par des dispositifs de détail, le principe reste le même.

Ces appareils peuvent être classés en deux catégories :

Les montages à résistances ;

Les montages à impédances.

La première catégorie est assez limitée et ne comporte guère de variantes.

La seconde, au contraire, comprend un certain nombre de dispositifs divers. On peut, en effet, imaginer des appareils à self non accordée couplée électriquement, des appareils à self non accordée couplée magnétiquement, des appareils à self accordée couplée électriquement ou magnétiquement avec des circuits accordés ou non accordés, etc...

Il y en a bien d'autres qu'il serait fastidieux d'énumérer.

Toutes ces variantes se recommandent par des qualités spéciales qui les font préférer à d'autres pour tel ou tel emploi. Nous allons les passer en revue, en insistant toutefois plus particulièrement sur celles qui présentent un réel intérêt pratique. Cette étude sera forcément un peu sèche, et comportera une certaine partie mathématique, notamment un emploi assez fréquent des imaginaires. Que nos lecteurs ne s'en effraient pas, c'est encore le moyen le plus rapide d'arriver au bout de bien des calculs.

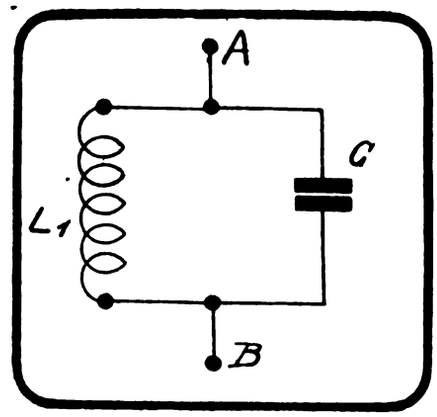


Fig. 1.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous rappellerons quelques formules relatives aux circuits en résonance ; nous en aurons besoin dans tous les cas, tous les montages comportant au moins un circuit accordé.

Rappel de quelques formules de la résonance.

Soit un circuit composé d'une self et d'un condensateur en parallèle (fig. 1) ; soient L r les caractéristiques de la self, C la capacité ; on applique entre A et B une différence de potentiel alternative de pulsation ω ; l'impédance du circuit total est donnée par la formule classique

$$Z = \frac{\sqrt{r^2 + L^2\omega^2}}{\omega C \sqrt{r^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

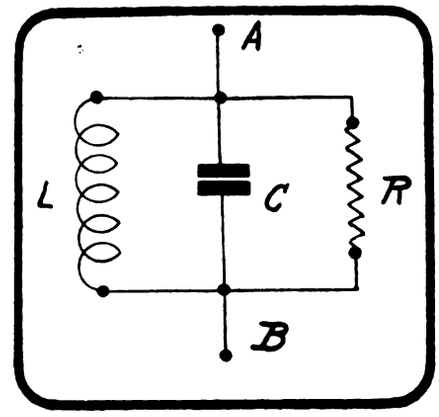


Fig. 2.

Dans les conditions où l'impédance est maxima, c'est-à-dire quand on a

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$$

la formule se réduit à

$$Z = \frac{L}{rC}\sqrt{1 + r^2\frac{L}{C}}$$

si la résistance r est assez faible pour qu'on puisse négliger $r^2\frac{L}{C}$ devant 1 il reste tout simplement

$$Z = \frac{L}{rC}$$

On voit donc que lorsque r est très faible, l'impédance de résonance est très grande, et à la limite devient infinie : le courant est bloqué par le circuit bouchon.

Le décalage φ est donné par la formule

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1 - LC\omega^2}{\omega Cr}$$

Ces deux formules peuvent d'ailleurs se réunir en une seule par l'emploi des notations imaginaires.

Nous serons conduits par la suite à introduire la quantité $\frac{1}{2}$. Pour la calculer, on peut se baser sur la remarque suivante : à la résonance, le circuit bouchon a une résistance égale à $\frac{L}{Cr}$. On peut donc l'assimiler à un circuit composé d'une capacité C, d'une self L sans résistance, et d'une résistance $R = \frac{L}{Cr}$ en dérivation sur la self (fig. 2). Soient i_1 le courant circulant dans la résistance R, i_2 le courant traversant le condensateur, et i_3 le courant dans la self. Si v est la différence de potentiel entre A et B on a

$$i_1 = \frac{v}{R} \qquad i_2 = jC\omega v \qquad i_3 = -\frac{j}{L\omega}v$$

D'où $I = i_1 + i_2 + i_3 = \frac{v}{R} + jv\left[C\omega - \frac{1}{L\omega}\right]$

Digitized by Google

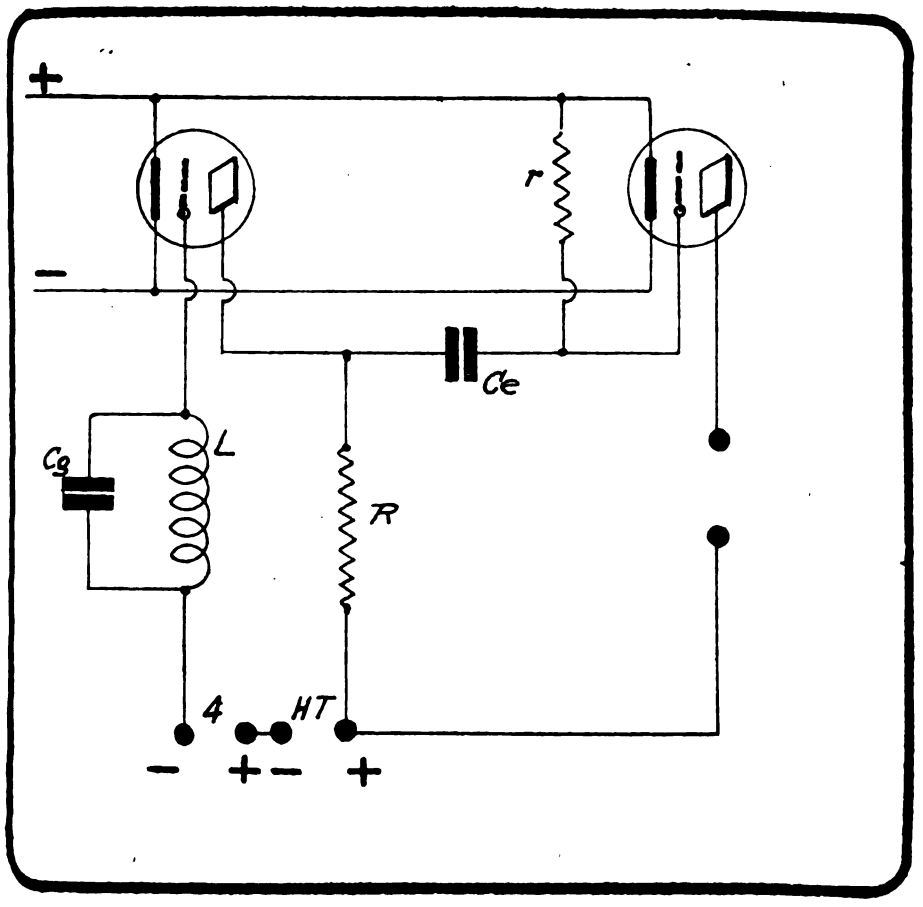


Fig. 3.

d où enfin l'impédance

$$\frac{1}{Z} = -\frac{j}{L\omega} + jC\omega + \frac{1}{R}$$

Posons $\gamma = \frac{1}{R}$ et $m = \frac{1}{\gamma}\left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)$:

nous arrivons à la formule définitive

$$\frac{1}{Z} = \gamma(1 + jm)$$

C'est sous cette forme que nous introduisons l'impédance dans la suite. Définissons encore le coefficient de surtension d'un circuit bouchon :

On sait que, bien que le courant traversant le circuit total soit très faible, ses diverses parties sont le siège de courants beaucoup plus importants. De même la différence de potentiel aux bornes d'un des constituants peut atteindre de très grandes valeurs. C'est le rapport de cette valeur à la tension alternative primitive que nous appellerons coefficient de surtension. Un calcul très simple donne

$$s = \frac{1}{\omega r C} = \frac{R}{L\omega}$$

R étant la résistance fictive introduite précédemment.

Pour terminer ces préliminaires, donnons encore l'expression du coefficient μ, représentant l'amplification de la lampe seule. Soit K son coefficient d'amplification en volts, ρ sa résistance interne ; R la résistance apparente du circuit de plaque ; u et v les potentiels grille et plaque. On a les équations classiques

$$\rho i = v + Ku \qquad v = -Ri$$

d'où

$$\frac{v}{u} = -\frac{KR}{\rho + R}$$

On pose habituellement

$$\mu = -\frac{\frac{K}{\rho}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{\rho}}$$

Ce terme qui représente l'amplification due en propre à la lampe, s'introduira naturellement dans tous les cas particuliers que nous allons étudier maintenant ; c'est pourquoi nous avons cru bon de le définir ici.

AMPLIFICATEUR A RÉSISTANCES

Le schéma, bien connu de tous, est rappelé (figure 3) Mais pour la commodité des calculs, nous le schématiserons comme l'indique la figure (4) où nous envisageons d'abord une seule lampe dont le circuit grille est accordé. La lampe est représentée par sa tension grille u, une source de force électromotrice Ku en série avec une résistance ρ, et la capacité interne C. soient i_1, i_2 i_6 les courants dans les diverses parties

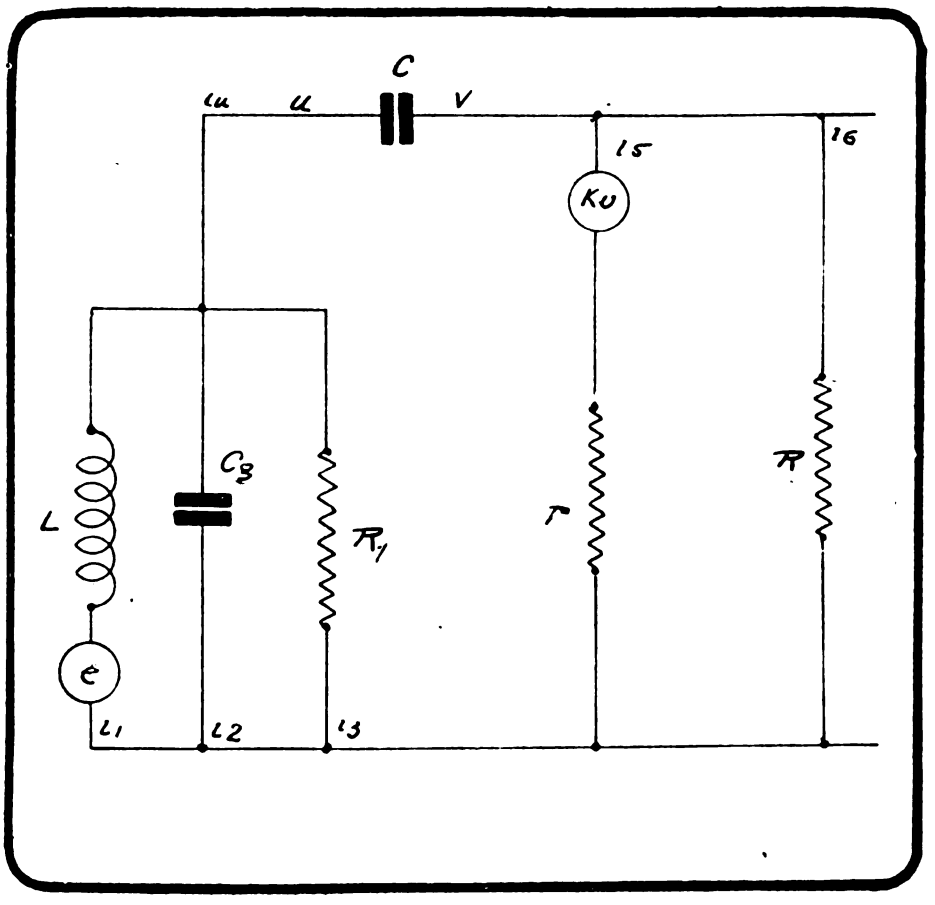


Fig. 4.

Digitized by Google

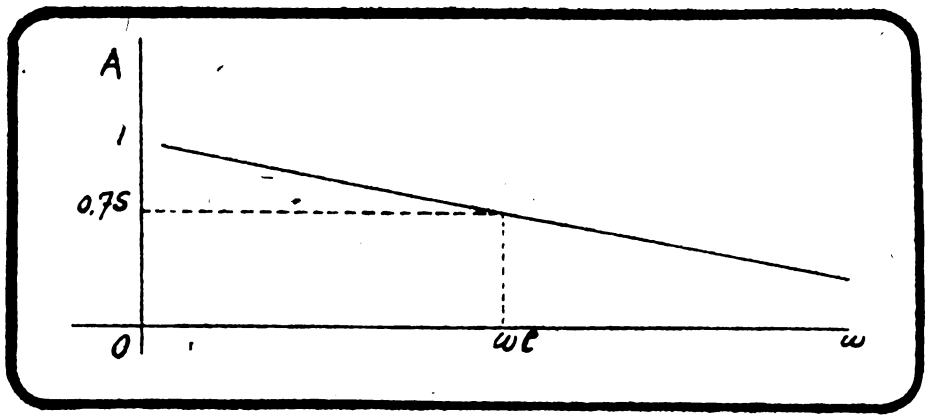


Fig. 5.

des circuits de grille et de plaque, ainsi qu'il est marqué sur la figure (4).

Nous avons

$$i_1 = \frac{u+e}{jL\omega} \qquad i_2 = jCg\omega u \qquad i_3 = \frac{u}{R}$$

$$i_4 = j(u-v)C\omega \qquad i_5 = \frac{v+Ku}{\rho} \qquad i_6 = \frac{v}{R}$$

La mise en équations se fait très simplement : pour le circuit grille on a

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

et pour le circuit plaque

$$-i_4 + i_5 + i_6 = 0.$$

Ce qui donne

$$u\left[j\left[(C+Cg)\omega - \frac{1}{L\omega}\right] + \frac{1}{R_1}\right] + \frac{e}{jL\omega} = jC\omega v$$

$$u\left(\frac{K}{\rho} - jC\omega\right) = -\left(jC\omega + \frac{1}{R} + \frac{1}{\rho}\right)v$$

C a une valeur très faible ; par suite on peut négliger $C\omega$ devant $\frac{K}{\rho}$

(le calcul fait sur quelques lampes de modèles courants montre que $C\omega$ n'est guère que le $\frac{1}{100}$ de $\frac{K}{\rho}$)

En éliminant u, il vient

$$\frac{v}{e} = +\frac{jR_1}{L\omega}\mu \frac{1}{(1+jn_1)(1+jn_2)+jC\omega\dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{\rho}}}$$

avec

$$n_1 = \frac{(C+Cg)\omega\dfrac{1}{L\omega}}{\dfrac{1}{R_1}} \qquad n_2 = \frac{C\omega}{\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{\rho}} \qquad S = \frac{K}{\rho}$$

$\frac{v}{e}$ est l'amplification en volts de l'étage.

On voit qu'elle est le produit de trois facteurs.

1) $\frac{R_1}{L\omega}$ c'est le coefficient de surtension du circuit bouchon de grille quand il est accordé. Il était bien évident *a priori* que nous devions le retrouver dans l'expression cherchée.

2) μ. C'est la part d'amplification qui revient en propre à la lampe.

3) le terme

$$A = \frac{1}{(1+jn_1)(1+jn_2)+jC\omega\dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{\rho}}}$$

Ce terme se simplifie quand le circuit bouchon est accordé : on a en effet dans ce cas

$$Cg\omega - \frac{1}{L\omega} = 0$$

Or C + Cg est très peu différent de Cg. On peut donc admettre $n_1 = 0$; au même degré d'approximation on a $n_2 = 0$; d'où

$$A = \frac{1}{1+jC\omega\dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{\rho}}}$$

Si la capacité grille-plaque de la lampe est négligeable, on a simplement A = 0 c'est-à-dire

$$\frac{v}{e} = \frac{jR_1}{L\omega}\mu$$

$$\frac{v}{e} = \frac{1}{\omega r_1 Cg}\frac{KR}{R+\rho}$$

seul le deuxième facteur dépend du circuit plaque ; on voit que lorsque R croît indéfiniment, ce terme tend vers K. Donc dans la pratique, avec les résistances couramment employées, on peut l'admettre égal à K.

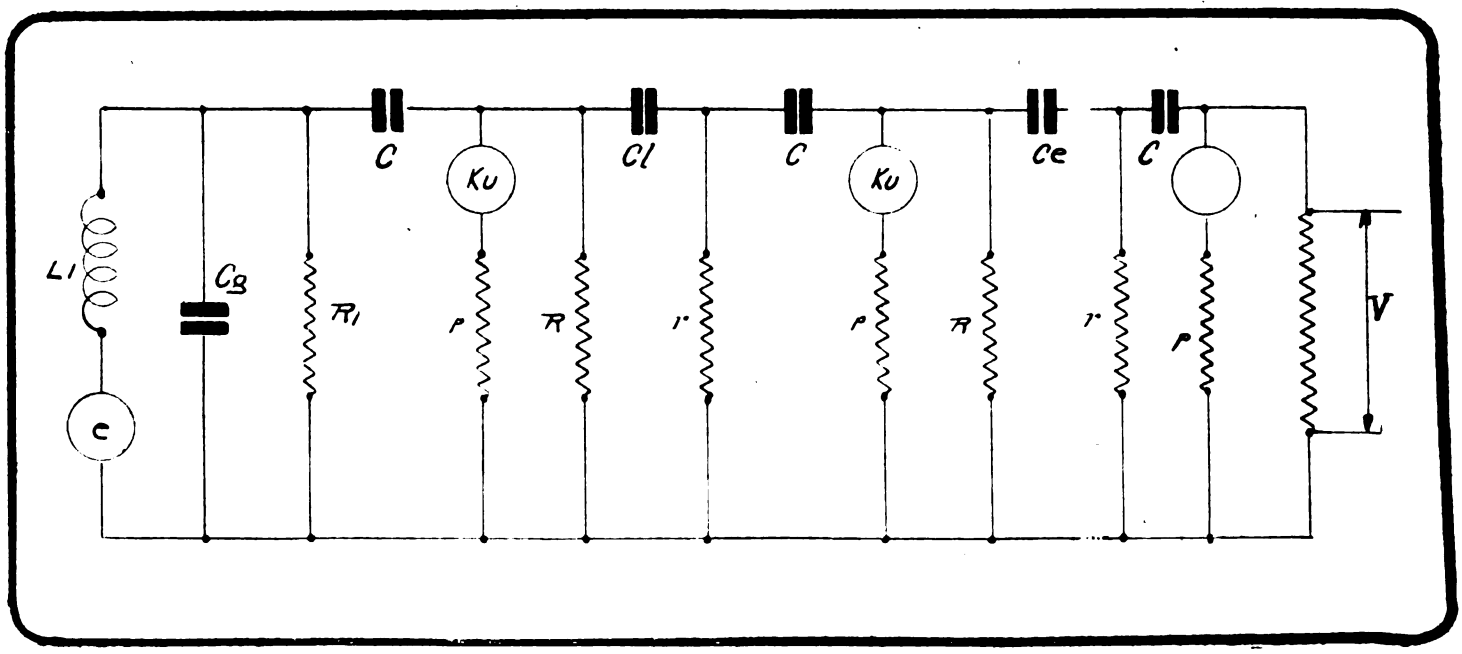


Fig. 6.

Digitized by Google

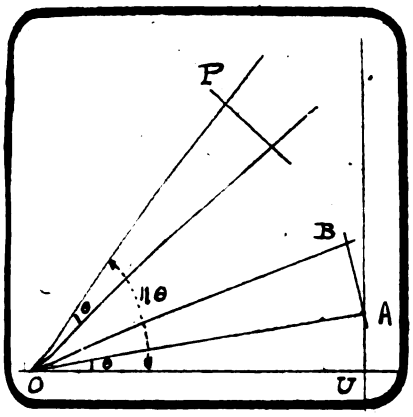


Fig. 7.

L'effet de la capacité interne est de produire une diminution de l'amplification, d'autant plus sensible que le produit $C\omega$ est plus grand, c'est-à-dire que le rendement de l'étage diminue avec la longueur d'onde. Il est facile de voir jusqu'à quelle limite on peut descendre. On se fixe deux valeurs de l'amplification, entre lesquelles la différence de rendement n'est pas extrêmement sensible, par exemple 20 et 15. On construit la courbe représentant les variations du rapport

$$\frac{1}{1 + jC\omega \dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{\rho}}}$$

en fonction de ω. Dans la pratique d'ailleurs cette courbe est une droite. On n'a qu'à tracer la droite d'ordonnée 0,75 pour avoir la limite de fonctionnement (fig. 5). Prenons maintenant plusieurs lampes en série ; nous schématiserons le montage comme l'indique la figure 6. Soit n le nombre de lampes. Deux lampes consécutives sont reliées par le condensateur C_e ; la grille de la seconde est également reliée aux sources par l'intermédiaire de la résistance r qui est, en somme, en dérivation sur le condensateur et la source à tension alternative. Une condition de bon rendement est que $\dfrac{1}{Ce\omega}$ soit faible devant r.

Ces conditions étant remplies, l'amplification totale de l'appareil est

$$\frac{v}{e} + \frac{jR}{L_1\omega}\mu^n \left(\frac{1}{1 + jC\omega \dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{\rho}}} \right)^n$$

Il est facile de construire une longueur représentant $\left(1 + jC\omega \dfrac{SR_1}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{\rho}}\right)^n$

Sur une droite on porte un vecteur OU dont on prend la longueur pour unité. On élève en U la perpendiculaire à OU, et on détermine un vecteur UA tel que UA = $C\omega\mu R_1$ ce qui détermine un angle θ. On trace n angles égaux à θ ayant deux à deux un côté commun, et on tous les points tels que U, A, B.

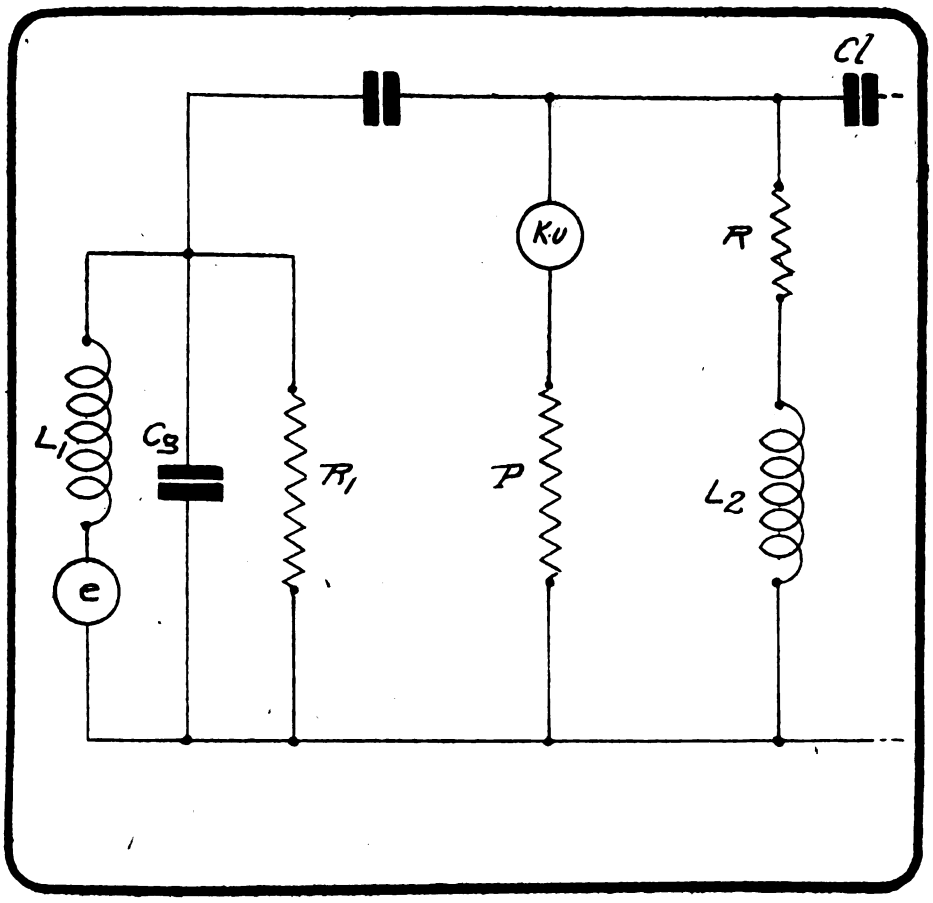


Fig. 9.

On élève des perpendiculaires au premier côté de l'angle en tournant dans le sens direct (fig. 7). On arrive à un point P situé sur le second côté du n^{me} angle.

$$OP = (1 + jC\mu R_1)^n$$

D'ailleurs quand le nombre des lampes est réduit, et quand la fréquence est assez faible on peut écrire

$$OP = 1 + njC\omega\mu R_1$$

d'où l'amplification

$$\left|\frac{v}{e}\right| = \frac{R}{L_1\omega}\mu^n (1 - njC\omega\mu R_1)$$

et on voit plus nettement encore l'influence de la capacité interne. La petitesse du terme $C\omega\mu R_1$ permet d'admettre que l'amplification due en propre au mode de liaison entre lampes est indépendante de la fréquence dans de certaines limites, donc toute la bande de modulation d'une émission est amplifiée en bloc, ce qui donne une grande pureté à la réception, toutes réserves faites en ce qui concerne la qualité des résistances et des condensateurs : pièces que l'on a pris la bizarre habitude de désigner sous le nom d'accessoires ; ici, ce sont plutôt des « indispensables ».

Malheureusement, la sélectivité de cet appareil est inexistante, et seule intervient celle du circuit d'accord. C'est ce défaut qui, joint au faible rendement sur les ondes que l'on appelait courtes en 1920, l'a fait peu à peu abandonner. Sa simplicité a cependant tenté des chercheurs, puisqu'un des membres de la grande famille des supradynes comportait un ampli MF à résistances. Depuis sont venus la supradyne 208, puis le BGP...

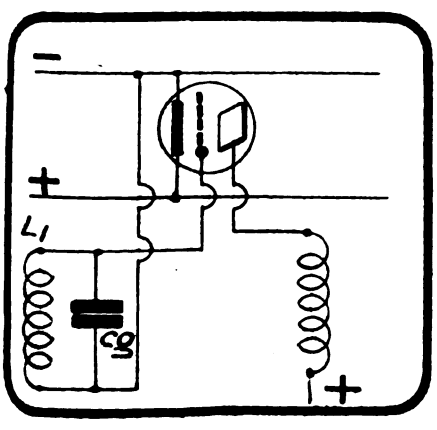


Fig. 8.

AMPLIFICATEURS A IMPÉDANCES

I. — Self apériodique a liaison électrique

Le schéma du montage bien connu de tous les amateurs des temps héroïques du C-119 2e manière et du super

Digitized by Google

C-119 est rappelé figure 8. Nous le schématiserons comme l'indique la figure 9.

Soit $Z = R + jL_2\omega$ l'impédance de la self de plaque ; les équations se déduisent de celles du cas précédent en remplaçant R par Z. Nous avons ainsi :

équation du circuit de grille :

$$j\frac{u+e}{L_1\omega} + \frac{u}{R_1} + jC_g\omega u + jC\omega(u-v) = 0$$

équation du circuit de plaque :

$$-jC\omega(u-v) + \frac{v+Ku}{\rho} + \frac{v}{R+jL_2\omega} = 0$$

D'où l'amplification

$$\frac{v}{e} = +\frac{jR_1}{L_1\omega}\,\mu\,\frac{1}{1-j\left[\left(\frac{L_2\omega}{R(R+jL_2\omega)}+C\omega\right)+C\omega R_1 S\right]\frac{1}{\frac{1}{R}+\frac{1}{\rho}}}$$

Si la capacité C est négligeable nous retrouvons l'expression classique

$$\frac{v}{e} = \frac{jR_1}{L_1\omega}K\,\frac{Z}{\sqrt{(R+\rho)^2+L_2^2\omega^2}}$$

Pour mettre en évidence l'influence de la capacité interne et celle de la fréquence sur l'amplification nous pouvons écrire

$$\frac{v}{e} = +\frac{jR_1}{L_1\omega}\,\frac{K}{\frac{R+\rho+jL_2\omega}{R+jL_2\omega} - j\frac{C\omega}{R}(1+R_1S)}$$

ou encore

$$\frac{v}{e} = +\frac{jR_1}{L_1\omega}\,\frac{KZ}{\sqrt{(R+\rho)^2+jL_2\omega}}\left[1-\frac{j\frac{C\omega}{R}(1+R_1S)(R+jL_2\omega)}{R+\rho+jL_2\omega-j\frac{C\omega}{R}(1+R_1S)(R+jL_2\omega)}\right]$$

L'expression entre crochets est de la forme

$$1-\frac{A}{B-A}$$

c'est-à-dire que le sens de variation est celui de $\frac{A}{B-A}$. Or ceci est une fonction homographique par rapport à C, donc le crochet varie toujours dans le même sens ; il est facile de voir que ce sens est décroissant, par conséquent l'effet de C est une diminution de l'amplification.

On trouverait de même que l'amplification augmente avec la fréquence et tend vers une limite finie quand ω tend vers l'infini. En aucun cas l'amplitude des oscillations ne devient infinie, donc le montage n'est pas susceptible d'accrocher.

C'est tout au moins ce que dit le calcul, ce n'est peut-être pas l'avis des amateurs de super C-119. La différence vient de ce que, dans nos calculs, nous avons négligé tous les couplages parasites et tous les effets de réaction entre étages.

Nous n'avons pas tenu compte non plus de la capacité répartie de l'enroulement, car, ou bien la longueur d'onde de travail est très éloignée de la longueur d'onde propre, et cette capacité n'a aucun effet sensible, ou bien les deux longueurs d'onde sont voisines, et nous nous trouvons dans un cas qui sera étudié plus loin, celui d'une lampe dont le circuit grille et le circuit plaque sont accordés.

D'ailleurs, quoi qu'il en soit, on peut s'arranger pour que ce ne soit pas le terme $L_2\omega$ qui prédomine dans l'expression de l'impédance, mais bien le terme R. Dans ces conditions, même dans les cas où l'on travaillerait sur la λ propre de la self apériodique ni l'amplitude des oscillations, ni la sélectivité ne deviendraient gênantes, la courbe de résonance étant très aplatie

II. — Amplificateur a résonance

Pour rester d'accord avec notre nomenclature, nous devrions l'appeler : amplificateur à self accordée, avec liaison électrique. Ce serait vraiment bien long pour une chose si connue.

Nous nous dispenserons de reproduire le schéma de montage, nous donnerons seulement le schéma dont nous nous servirons pour nos calculs.

Toutefois, vu l'importance considérable que présente ce montage dans les postes modernes, nous étudierons d'abord le cas où la capacité interne est négligeable, puis le cas où elle ne l'est pas, et nous ferons une étude assez poussée de la stabilité.

1° *La capacité interne est négligeable.*

Nous avons alors le schéma de la figure 10. Le circuit bouchon de plaque est schématisé comme celui de grille, c'est-à-dire avec une résistance fictive R_2 en parallèle.

Les courants dans les diverses parties du circuit étant $i_1\ i_2 \ldots\ i_7$ nous avons

$$i_1 = -j\frac{u+e}{L_1\omega}\quad i_2 = jC_g\omega u$$

$$i_3 = \frac{u}{R_1}\quad i_4 = \frac{v+Ku}{\rho}$$

$$i_5 = -j\frac{v}{L_1\omega}\quad i_6 = jC_p\omega v\quad i_7 = \frac{v}{R_2}$$

d'où les équations suivantes :

pour le circuit grille

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

$$u\left[\frac{1}{R_1}+j\left(C_g\omega-\frac{1}{L_1\omega}\right)\right] = j\frac{e}{L_1\omega}$$

pour le circuit plaque

$$i_4 + i_5 + i_6 + i_7 = 0$$

$$u\frac{K}{\rho} + v$$

$$\left[\frac{1}{\rho}+\frac{1}{R_2}+j\left(C_p\omega-\frac{1}{L_2\omega}\right)\right] = 0$$

d'où en éliminant u pour avoir $\frac{v}{e}$ amplification de l'étage.

$$\frac{v}{e} = -\frac{j\frac{K}{\rho}}{L_1\omega\left[\frac{1}{R}+j\left(C_g\omega-\frac{1}{L_1\omega}\right)\right]\left[\frac{1}{\rho}+\frac{1}{R_2}+j\left(C_p\omega-\frac{1}{L_2\omega}\right)\right]}$$

Posons, par analogie avec ce que nous avons fait précédemment

$$m_1 = \frac{C_g\omega-\frac{1}{L_1\omega}}{\frac{1}{R_1}}\qquad m_2 = \frac{C_p\omega-\frac{1}{L_2\omega}}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{\rho}}$$

$$\frac{K}{\rho} = S$$

nous avons

$$\frac{v}{e} = -\frac{jR_1}{L_1\omega}\,\frac{S}{\left(\frac{1}{R_2}+\frac{1}{\rho}\right)(1+jm_1)(1+jm_2)}$$

ou, en introduisant l'éternel facteur μ

$$\frac{v}{e} = \frac{jR_1}{L_1\omega}\,\mu\,\frac{1}{(1+jm_1)(1+jm_2)}$$

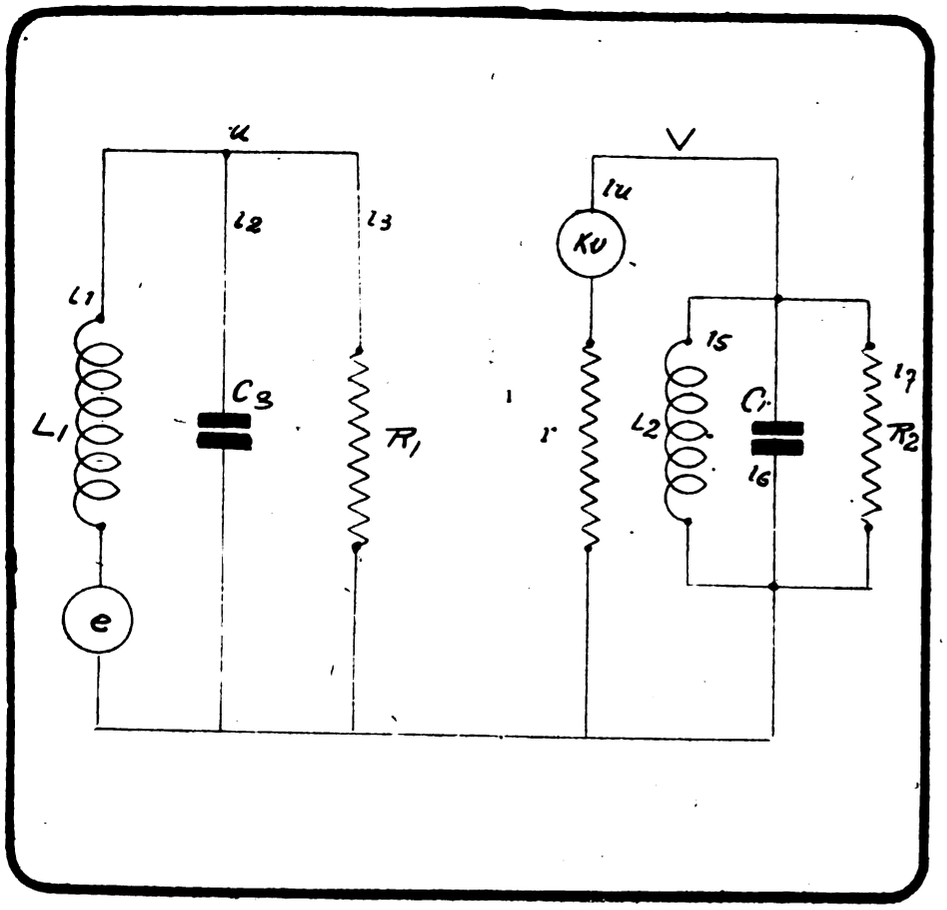
L'amplification dépend donc, en plus de μ et du coefficient de surtension du circuit bouchon de grille, du terme

$$A = \frac{1}{(1+jm_1)(1+jm_2)}$$

Ce terme se réduit à l'unité quand les deux circuits sont accordés ; on a en effet $m_1 = m_2 = 0$.

On peut voir, par un procédé graphique, que 1 est sa valeur maximum. Construisons en effet un vecteur égal au produit $(1+jm_1)(1+jm_2)$ construction facile, puisque c'est une simple multiplication d'imaginaires. Portons sur un axe ou un vecteur OU égal à l'unité, puis, sur un axe Uy perpendiculaire à OU, portons un vecteur déter-

Digitized by Google



F.g. 10.

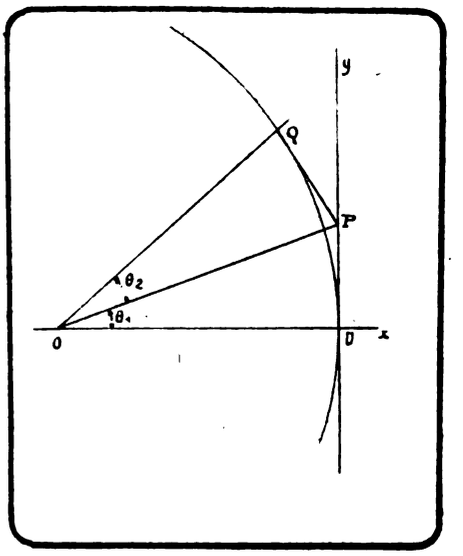


Fig. 11.

miné par la condition $\text{tg}\,\theta_1 = m_1$. Le vecteur UP est égal à $1 + jm$ (fig. 11). Opérons de même à partir du vecteur OP. Nous obtenons finalement un vecteur $OQ = (1 + jm_1)(1 + jm_2) = \frac{1}{A}$. Pour avoir le maximum de l'amplification, il faut chercher le minimum du vecteur OQ, c'est-à-dire que l'on doit abaisser du point O une normale à la courbe lieu du point Q. Or cette courbe est une parabole de foyer O et de tangente au sommet Uy. Le vecteur OQ minimum sera donc précisément OU, c'est-à-dire l'unité. On a donc simplement

$$\left|\frac{v}{e}\right| = \frac{R_1 u}{L_1 \omega}$$

L'amplification totale est donc égale au produit du coefficient de surtension du circuit de grille par le pouvoir amplificateur de la lampe.

Stabilité. — Pour que l'étage soit stable, il faut et il suffit que dans les conditions de service le vecteur OQ ne devienne jamais nul. C'est précisément ce qui est réalisé ici. On voit donc qu'il est impossible de faire accrocher un étage à résonance si, d'une part, on évite tous les effets de couplage entre circuit grille et circuit-plaque, et si, d'autre part, on neutralise la capacité interne de la lampe. C'est là le principe du neutrodyne.

2° *La capacité interne n'est pas négligeable.*

Le montage de l'étage peut être schématisé comme l'indique la figure 12. Nous aurons encore deux équations entre les tensions e, u, v:

Equation du circuit de grille

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

avec

$$i_1 = -j\frac{u+e}{L_1\omega} \qquad i_2 = jC_0\omega u$$

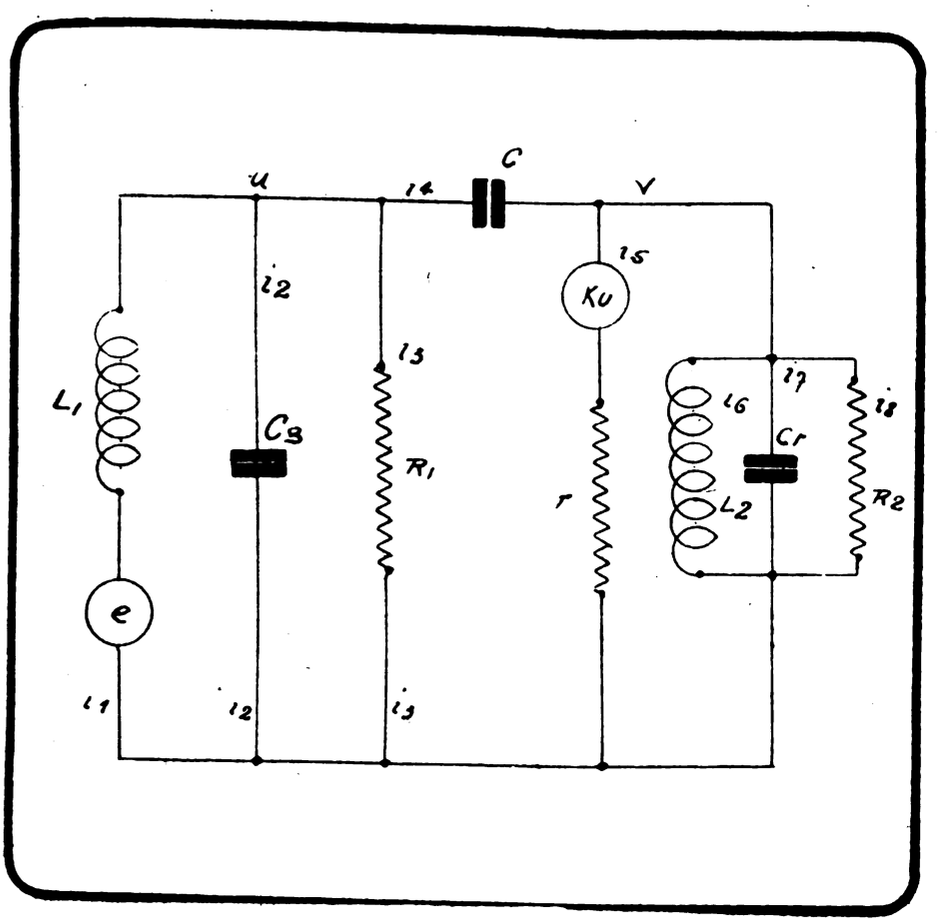


Fig. 12

Digitized by Google

$$i_3 = \frac{1}{R_1} \qquad i_4 = j(u - v)C\omega$$

ce qui donne

$$u\left[\frac{1}{R_1} + j\left[\left((C + C_g)\omega - \frac{1}{L\omega}\right)\right]\right] = j\frac{e}{L_1\omega} + jC\omega v$$

Equation du circuit de plaque

$$-i_4 + i_5 + i_6 + i_7 + i_8 = 0$$

avec

$$i_5 = \frac{v + Ku}{\rho} \qquad i_6 = -j\frac{v}{L_2\omega}$$

$$i_7 = jC_p\omega v \qquad i_8 = \frac{v}{R_2}$$

ce qui donne

$$u\left(\frac{K}{\rho} - jC\omega\right) = -v\left[\frac{1}{\rho} + \frac{1}{R_2} + j\left((C + C_p)\omega - \frac{1}{L_2\omega}\right)\right]$$

négligeons $C\omega$ devant $\frac{K}{\rho}$ il vient

$$\frac{v}{e} = -\frac{\frac{j}{L_1\omega}\frac{K}{\rho}}{\left[\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{R_2}\right) + j\left((C + C_p)\omega - \frac{1}{L_2\omega}\right)\right]\left[\frac{1}{R_1} + j\left((C + C_g)\omega - \frac{1}{L_1\omega}\right)\right] + jC\omega\frac{K}{\rho}}$$

Posons encore

$$n_1 = \frac{(C + C_g)\omega - \frac{1}{L_1\omega}}{\frac{1}{R_1}}$$

$$n_2 = \frac{(C + C_p)\omega - \frac{1}{L_2\omega}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}}$$

et introduisons le facteur μ ; il vient

$$\frac{v}{e} = \frac{jR_1}{L_1\omega}\mu\frac{1}{(1 + jn_1)(1 + jn_2) + jC\omega\frac{SR_1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}}}$$

Occupons-nous seulement du terme

$$= \frac{1}{(1 + jn_1)(1 + jn_2) + jC\omega\frac{SR_1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}}}$$

Il dépend des constantes des circuits par l'intermédiaire des quantités R_1 et R_2 et sa valeur, quand les deux circuits sont en résonance, n'est plus égale à l'unité. Cherchons comme précédemment les conditions où ce terme est maximum. Pour cela, nous construisons le vecteur $\frac{1}{B}$ à partir du vecteur $\frac{1}{A}$ déjà construit (fig. 13). Il n'y a qu'à ajouter le vecteur $X = jC\omega\frac{SR_1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}}$ ce qui donne un point R. Il faudra encore mener la normale sur le lieu du point R à partir du point O. Or, le lieu du point R se déduit du lieu du point Q en augmentant ses ordonnées de la quantité X. C'est ici qu'intervient l'hypothèse simplificatrice formulée par Beatty dans le n° 52, 5me vol. de l'« Experimental Wireless ». Il admet que le vecteur X reste constant en grandeur quand on fait varier les capacités de grille et de plaque. Ce n'est d'ailleurs qu'une approximation, mais, et c'est ce qui justifie l'hypothèse, dans la pratique, pour avoir l'amplification maxima, on fait varier Cg et Cp très peu autour d'une position moyenne. Donc le lieu du point R est une parabole égale à la première, de foyer O' tel que OO' = X. Nous sommes donc ramenés, pour obtenir le maximum de B_1, à abaisser de O les normales à cette parabole. Il revient d'ailleurs au même d'abaisser de O' les normales à la parabole de foyer O. Il est facile de voir que le problème est bien déterminé, car du point O', construit comme nous l'avons indiqué, on ne peut mener qu'une seule normale à la courbe.

Dès lors, on voit que la partie de l'amplification qui provient de la lampe n'est plus μ comme dans le cas précédent, mais $\mu \times$ Bmax, valeur supérieure à μ. On remarquera que les angles θ' et θ'_2 correspondant au maximum sont négatifs, donc

$$C_g\omega - \frac{1}{L_1\omega} < 0 \quad \text{et} \quad C_p\omega - \frac{1}{L_2\omega} < 0$$

ce qui indique que les circuits ne sont pas en résonance. On arrive donc à ce résultat curieux que l'amplification maxima est obtenue pour des circuits non accordés.

Mais, si on se borne aux formules ci-dessus rien ne nous dit quelle est la valeur du désaccord pour chaque circuit. Heureusement, la géométrie nous vient en aide, et nous apprend que, pour le maximum, $\theta'_1 = \theta'_2$ — propriété élémentaire de la parabole. Donc, comme

$$\operatorname{tg}\theta_1 = R_1\left[(C + C_g)\omega - \frac{1}{L_1\omega}\right]$$

$$\operatorname{tg}\theta_2 \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}}\left[(C + C_p)\omega = \frac{1}{L_2\omega}\right]$$

on a

$$\frac{\frac{L_1}{C_g r_1}\left(C_g\omega - \frac{1}{L_1\omega}\right)}{\frac{1}{R_2\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}\right)}\frac{L_2}{C_p r_2}\left(C_p\omega - \frac{1}{L_2\omega}\right)}$$

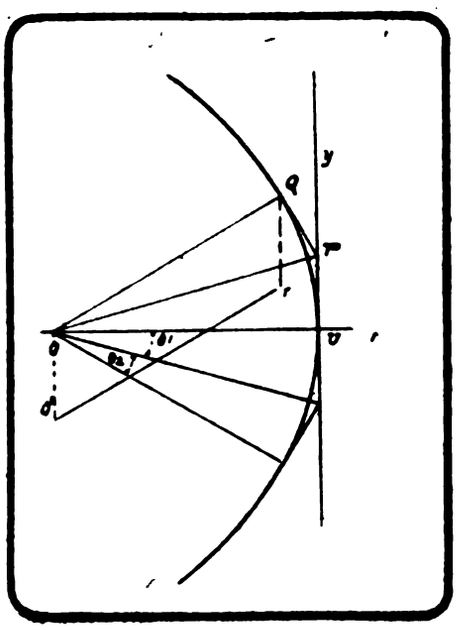


Fig. 13.

d'où

$$\frac{L_1\omega - \frac{1}{C_g\omega}}{r_1} = \frac{1}{R_2\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{\rho}\right)}\frac{L_2\omega - \frac{1}{C_p\omega}}{r_2}$$

ce qu'on peut écrire

$$\frac{L_1\omega - \frac{1}{C_g\omega}}{r_1} = \frac{\mu}{SR_2}\frac{L_2\omega - \frac{1}{C_p\omega}}{r_2}$$

C'est la condition cherchée entre les deux circuits. Bien entendu, cette relation seule ne suffit pas pour caractériser les circonstances dans lesquelles le courant est maximum. Il faut lui adjoindre une autre relation qui, comme nous allons le voir, est

$$\mu = \frac{2}{C\omega R_1}$$

On peut rattacher la formule précédente à une formule établie par M. Boucherot et donnant la relation entre les constantes des circuits pour que le courant soit maximum dans deux circuits couplés. On l'écrit :

$$\frac{L_1\omega - \frac{1}{C_g\omega}}{r_1} = \frac{L_2\omega - \frac{1}{C_p\omega}}{r_2}$$

L'analogie de forme est évidente.

Digitized by Google

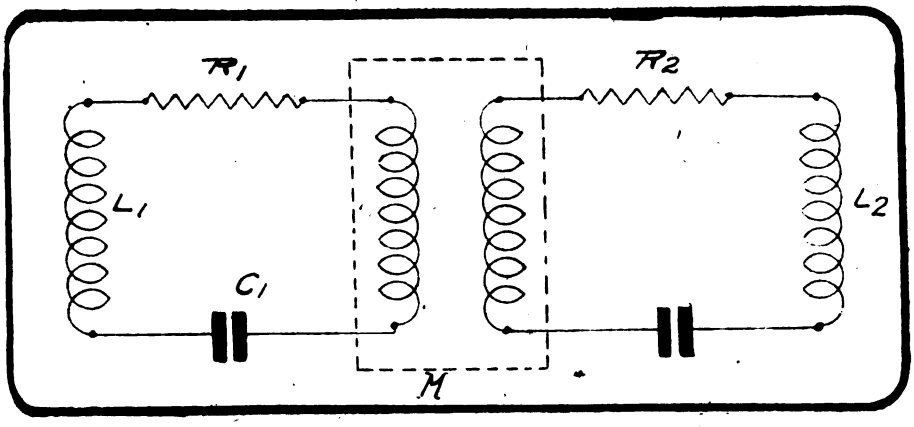


Fig. 14.

ÉTUDE DE LA STABILITÉ

L'amplitude des oscillations ne sera pas infinie tant que le point O' ne sera pas confondu avec le point R. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que le point O' vienne sur la parabole, c'est-à-dire que $OO' = 2$

Le montage sera donc stable quand

$$\left| \frac{SC\omega}{\frac{1}{R_1}\left(\frac{1}{R_2}+\frac{1}{\rho}\right)} \right| < 2$$

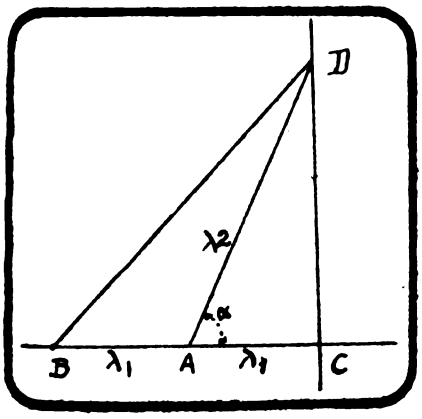


Fig. 15.

ce qui donne

$$\mu < \frac{2}{C\omega R_1}$$

a-on suppose les selfs identiques, on a $R_1 = R_2 = R$, et, en valeur absolue,

$$|\mu| = \frac{S}{\frac{1}{R}+\frac{1}{\rho}}$$

d'où la condition

$$\mu < \frac{2S}{C\omega\mu} - \frac{2S}{C\omega\rho}$$

C'est une inégalité du second degré qui sera satisfaite quand μ sera inférieur à la plus grande racine de l'équation

$$\mu^2 + \frac{2S\mu}{C\omega\rho} - \frac{2S}{C\omega} = 0$$

Si maintenant on veut régler les circuits pour l'accrochage, il faut non seulement satisfaire à la condition $\mu = \frac{2}{C\omega R_1}$ mais encore à la condition trouvée précédemment.

Quel est a ors l'intérêt de tout ceci ? Nous reconnaissons que pour l'amateur-bricoleur, il n'est pas capital. Mais pour les constructeurs, ceci permet d'établir des avant-projets d'amplificateurs ayant le maximum de rendement. On se fixera la longueur d'onde à amplifier et le type de lampe, c'est-à-dire qu'on se donnera C, ω, S, ρ, μ. On en déduira la valeur de $OO' = X$. Si cette valeur est supérieure à 2, ou modifiera soit R, soit μ pour obtenir $X < 2$. C'est précisément là qu'est la difficulté, car les constructeurs de lampes donnent pour S et ρ des valeurs qui sont peut-être exactes quelque part sur la caractéristique, mais qui correspondent rarement au point de fonctionnement ; quant à la valeur de C, beaucoup oublient d'en parler. Le constructeur sérieux devra donc déterminer ces données lui-même. Nous ne pouvons, sans sortir du cadre de cette étude, indiquer les méthodes à employer. Nous renvoyons ceux de nos lecteurs que la question pourrait intéresser, pour la mesure de S, à l'ouvrage de Barkhausen (Elektronen Rohren, 1926), et pour la mesure de C, à l'étude de Hull et Williams (Physical Review vol. 27—avril 1925).

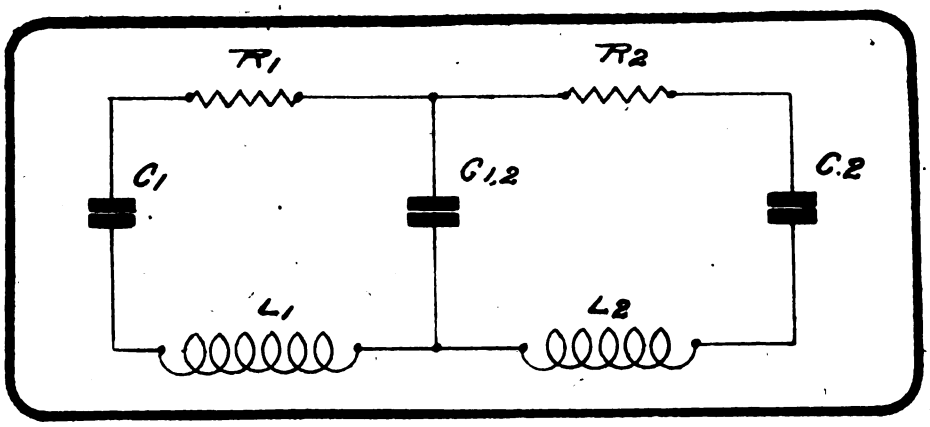


Fig. 17.

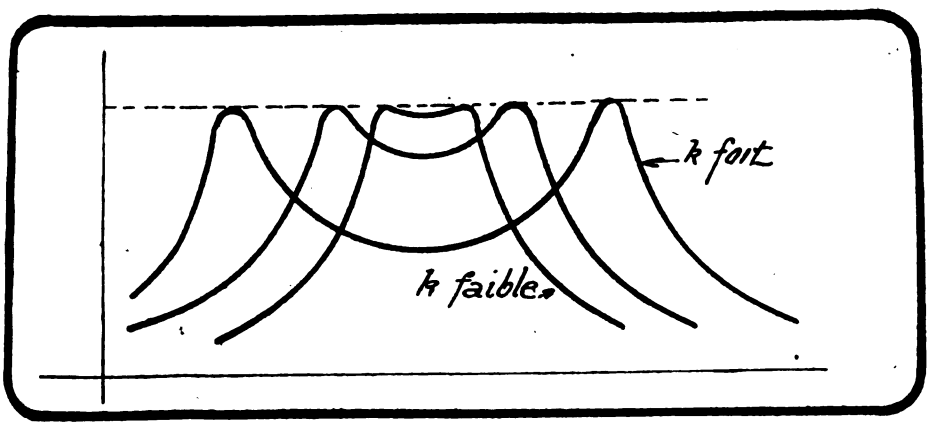


Fig. 16.

CAS DE PLUSIEURS ÉTAGES.

La mise en équations est assez compliquée. Nous la traiterons d'une manière complète un peu plus loin, quand nous ferons la théorie des circuits couplés. Pour l'instant, nous pouvons admettre, en première approximation, que l'amplification d'un montage à n étages est la puissance n^{me} de l'amplification d'un étage. On peut admettre également que la tendance à l'accrochage varie comme X^n bien que ce soit assez loin d'être exact. Quelque vagues que soient ces indications, elles peuvent suffire à établir des appareils qui ne soient pas des machines à sifflements ou dont le mutisme obstiné fait la joie des voisins.

Digitized by Google

Passons maintenant à l'étude théorique des circuits couplés.

PROPRIÉTÉS D'UN SYSTÈME FORMÉ DE DEUX CIRCUITS OSCILLANTS COUPLÉS.

Pour établir les équations générales, nous n'allons faire aucune hypothèse particulière sur le mode de couplage que nous supposerons le plus général, c'est-à-dire au moyen de selfs, de capacités et de résistances.

Soient R_1 L_1 C_1 les constantes du circuit I; $R_2 L_2 C_2$ les constantes du circuit II; $R_{1\cdot2} L_{1\cdot2} C_{1\cdot2}$ les constantes de liaison.

Pour mettre le problème en équations, nous allons écrire que l'énergie électrique des deux circuits est la somme de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie dissipée par effet Joule. Il revient d'ailleurs au même d'écrire que leurs différentielles sont égales.

Nous avons : énergie cinétique

$$W_L = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 + L_{1\cdot2} i_1 i_2$$

énergie potentielle

$$W_C = \frac{1}{2} \frac{(\int i_1 dt)^2}{C_1} + \frac{1}{2} \frac{(\int i_2 dt)^2}{C_2} + \frac{1}{C_{1\cdot2}} \int i_1 dt \int i_2 dt$$

énergie dissipée en chaleur

$$W_R = R_1 i_1^2 + R_2 i_2^2 + 2R_{1\cdot2} i_1 i_2$$

D'où les équations générales

$$e_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + L_{1\cdot2} \frac{di_2}{dt} + \frac{1}{C_1} \int i_1 dt + \frac{1}{C_{1\cdot2}} \int i_1 dt + R_1 i_1 + R_{1\cdot2} i_2$$

$$e_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + L_{1\cdot2} \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C_2} \int t + \frac{1}{C_{1\cdot2}} \int i_2 dt + R_2 i_2 + R_{1\cdot2} i_1$$

Ces équations s'intègrent en ajoutant une solution particulière à la solution générale de l'équation sans second membre, c'est-à-dire en ajoutant aux oscillations libres les solutions dues aux forces électromotrices imposées.

Nous allons donc commencer par étudier les oscillations libres d'un ensemble de deux circuits couplés non pas de la manière la plus générale, mais seulement magnétiquement et électriquement, seuls cas intéressants en pratique.

OSCILLATIONS PROPRES. COUPLAGE INDUCTIF.

Le schéma général est donné par la figure 14. Nous supposerons, pour ne pas compliquer outre mesure, que les résistances R_1 et R_2 sont négligeables. Soit M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits ; nous avons les équations simplifiées

$$\begin{cases} L_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{\int i_1 dt}{C_1} - M \frac{di_2}{dt} = 0 \\ L_2 \frac{di_2}{dt} + \frac{\int i_2 dt}{C_2} - M \frac{di_1}{dt} = 0 \end{cases}$$

Posons

$\frac{1}{L_1 C_1} = \omega_1^2$ $\frac{1}{L_2 C_2} = \omega_2^2$; il vient

$$\begin{cases} \frac{di_1}{dt} + \omega_1^2 \int i_1 dt - \frac{M}{L_1} \frac{di_2}{dt} = 0 \\ \frac{di_2}{dt} + \omega_2^2 \int i_2 dt - \frac{M}{L_2} \frac{di_1}{dt} = 0 \end{cases}$$

C'est un système de deux équations différentielles à deux inconnues; l'intégration est possible, mais peut être évitée de la manière suivante. Supposons que les oscillations des circuits soient sinusoïdales et de pulsation ω inconnue, d'ailleurs, nous aurons

$$i_1 = I_1 \sin \omega t \qquad i_2 = I_2 \sin (\omega t - \varphi)$$

si nous prenons les dérivés par rapport au temps, nous aurons

$$\frac{di_1}{dt} = I_1 \omega \cos \omega t = \omega . I_1 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

et de même pour I_2. On voit qu'on passe de i_1 à $\frac{di_1}{dt}$ en le multipliant par ω, et en augmentant sa phase de $\frac{\pi}{2}$. C'est précisément la définition géométrique de la multiplication par $j\omega$.

$$(j = \sqrt{-1})$$

Nous pouvons donc écrire

$$\frac{di_1}{dt} = j\omega i_1 \qquad \frac{di_2}{dt} = j\omega i_2$$

De même pour les intégrales $\int i_1 dt$ et $\int i_2 dt$.

Nous pouvons donc écrire le système d'équations sous la forme plus commode:

$$\begin{cases} \omega i_1 - \frac{\omega_1^2}{\omega} i_1 = \frac{M}{L_1} \omega i_2 \\ \omega i_2 - \frac{\omega_2^2}{\omega} i_2 = \frac{M}{L_2} \omega i_1 \end{cases}$$

système homogène en i_1 et i_2 qui n'admet des solutions différentes de zéro que si son déterminant est nul

$$\left(\omega - \frac{\omega_1^2}{\omega} \right) \left(\omega - \frac{\omega_2^2}{\omega} \right) = \frac{M^2}{L_1 L_2} \omega^2$$

Posons $\frac{M^2}{L_1 L_2} = k$; le nombre k caractérise le degré du couplage. Nous aurons, pour calculer la pulsation d'oscillation ω l'équation du 4e degré

$$\left(1 - \frac{\omega_1^2}{\omega^2} \right) \left(1 - \frac{\omega_2^2}{\omega^2} \right) = k^2$$

On la résout sans difficultés, et sur les quatre valeurs de ω, deux seulement, les valeurs positives, sont acceptables :

$$\omega' = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2) - \frac{1}{2}\sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4k^2\omega_1^2\omega_2^2}}}{\sqrt{1 - k^2}}$$

$$\omega'' = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2) + \frac{1}{2}\sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4k^2\omega_1^2\omega_2^2}}}{\sqrt{1 - k^2}}$$

Il leur correspond deux valeurs de λ

$$\lambda' = \frac{1}{2}\left[\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + 2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1 - k^2}} + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 - 2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1 - k^2}} \right]$$

$$\lambda'' = \frac{1}{2}\left[\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + 2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1 - k^2}} - \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 - 2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1 - k^2}} \right]$$

On voit que, pour deux circuits donnés, λ' et λ'' sont déterminés par le paramètre k. On peut d'ailleurs se dispenser de faire le calcul, une fois admise l'existence de deux longueurs d'onde d'oscillation, et les déterminer par une méthode graphique, que nous indiquerons rapidement.

De part et d'autre d'un point A (fig. 15) on porte sur une droite deux longueurs AB = AC = $\lambda_1 - k$ étant connu, on trace une droite passant par A et faisant avec BC l'angle α, tel que $\sin \alpha = k$. Sur cette droite on porte AD = λ_2; on joint DB et DC, et on a

$$\lambda' = \frac{1}{2}(DB + DC) \qquad \lambda'' = \frac{1}{2}(DB - DC)$$

Avant de quitter ce sujet, étudions rapidement quelques cas particuliers intéressants.

1° Les deux circuits sont identiques. On a lors $\lambda_1 = \lambda_2$. soit λ cette valeur commune ; des équations donnant λ' et λ'' on tire

$$\lambda' = \lambda\sqrt{1 + k} \qquad \lambda'' = \lambda\sqrt{1 - k}$$

2° Couplage très lâche.

Ce cas correspond aux faibles valeurs de k. On pressent déjà la conclusion

Digitized by Google

que λ' sera très voisin de λ_1 par exemple, et λ'' très voisin de λ_2, puisque les deux circuits oscillent presque comme s'ils étaient seuls. Etablissons ce fait avec plus de rigueur.

Transformons l'expression de λ' par exemple, en supposant $\lambda_1 > \lambda_2$.

On a

$$\lambda' = \lambda_1 \left[\frac{1}{2}\sqrt{1 + \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} + 2\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\sqrt{1-k^2}} + \frac{1}{2}\sqrt{1 + \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} - 2\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\sqrt{1-k^2}} \right]$$

$$\lambda' = \frac{\lambda_1}{2}\sqrt{2\left(1 + \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2}\right) + 2\frac{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}{\lambda_1^2}\sqrt{1 + \frac{4k^2\lambda_1^2\lambda_2^2}{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2}}}$$

si $\frac{4k^2\lambda_1^2\lambda_2^2}{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2}$ est petit par rapport à 1, nous pouvons développer le second radical en série, et écrire

$$\lambda' = \lambda_1\sqrt{1 + \frac{k_1^2\lambda_2^2}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2} + \ldots\ldots}$$

si de plus $k^2\lambda_2^2 \ll \lambda_1^2 - \lambda_2^2$, on aura sensiblement $\lambda' = \lambda_1$. Ceci donne pour k la condition

$$k^2 \ll \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} - 1$$

On ferait un calcul tout analogue pour λ'' et on trouverait de même, k^2 étant assujetti à la même condition,

$$\lambda'' \simeq \lambda_2$$

Si les circuits sont en outre identiques, on aura $\lambda \simeq \lambda'' \simeq \lambda$, si $k \ll 1$.

Ceci montre tout l'avantage des couplages lâches quand on recherche une sélectivité poussée.

3° Couplage parfait.

C'est le cas où $k^2 = 1$. On a alors

$$\lambda' = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} \quad \lambda'' = 0$$

L'onde courte disparaît. Le système n'a qu'une période d'oscillation. Mais ce cas est irréalisable en pratique. Tout ce qu'on peut faire, c'est réaliser un couplage très serré, dont les résultats se rapprocheront de ceux de ce cas idéal.

4° Couplage serré.

La quantité $\sqrt{1-k^2}$ est très petite. On peut écrire

$$\lambda' = \frac{1}{2}\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

$$\left[\sqrt{1 + \frac{2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1-k^2}}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}\right.$$

$$\left. + \sqrt{1 - \frac{2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1-k^2}}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}\right]$$

si l'expression

$$\frac{2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1-k^2}}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

est inférieure à 0,25 par exemple, on aura à 5/100 près

$$\lambda' = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

On trouverait de même

$$\lambda'' = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} \quad \frac{2\lambda_1\lambda_2\sqrt{1-k^2}}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$$

On retrouve bien $\lambda'' = 0$ pour $k^2 = 1$.

De ce que nous venons de voir sur le couplage magnétique, on peut tirer la conclusion pratique qu'un ensemble de deux circuits ainsi couplés présente toujours deux périodes d'oscillations propres, dont la différence est d'autant plus grande que le couplage est plus fort. Or, si on compare ce cas à celui d'une self unique, on voit que ce qu'on peut appeler « bande de résonance joue le même rôle que la pointe de résonance. Nous anticipons sur le cas des oscillations forcées, qui sera étudié plus loin, mais ces notions sont suffisamment connues. Comme application, si nous réalisons un circuit dont la « bande de résonance » soit égale à la bande de modulation d'une émission on aura une réception sans déformations. De tels appareils commencent à être utilisés à l'étranger, en Allemagne notamment. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus en détail.

II. COUPLAGE ÉLECTRIQUE

Soit $C_{1\cdot2}$ la capacité de couplage (fig. 17.) ; en supposant toujours les résistances négligeables, nous avons les équations

$$L_1\frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C_1}\int i_1 dt + \frac{1}{C_{1\cdot2}}\int i_2 dt = 0$$

$$L_2\frac{di_2}{dt} + \frac{1}{C_2}\int i_2 dt + \frac{1}{C_{1\cdot2}}\int i_1 dt = 0$$

Nous nous bornerons à donner les résultats, les calculs étant absolument analogues à ceux que nous venons de faire. Nous trouvons encore deux pulsations de résonance

$$\begin{cases} \omega' = \sqrt{\dfrac{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4\omega_1^2\omega_2^2 k_e^2}}{2}} \\ \omega'' = \sqrt{\dfrac{\omega_1^2 + \omega_2^2 - \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4\omega_1^2\omega_2^2 k_e^2}}{2}} \end{cases}$$

avec $\quad k_e^2 = \dfrac{\sqrt{C_1C_2}}{C_{1\cdot2}}$

Les longueurs d'onde de résonance s'en déduisent

$$\begin{cases} \lambda' = \sqrt{\dfrac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 - \sqrt{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2 + 4\lambda_1^2\lambda_2^2 k_e^2}}{2(1-k_e^2)}} \\ \lambda'' = \sqrt{\dfrac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \sqrt{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2 + 4\lambda_1^2\lambda_2^2 k_e^2}}{2(1-k_e^2)}} \end{cases}$$

Nous ne referons pas les calculs de λ' et λ'' dans les cas particuliers envisagés précédemment, la méthode est la même. Nous passerons de suite au calcul des amplitudes des courants dans le primaire et dans le secondaire. Pour cela, nous supposerons, ce que nous avons toujours le droit de faire, qu'à l'instant initial le condensateur primaire est chargé.

Calcul des amplitudes des courants.

Toujours en supposant les résistances négligeables, les courants primaire et secondaire peuvent s'écrire.

$$\begin{cases} i_1 = I'_1 \sin\omega' t + I''_1 \sin\omega'' t \\ i_2 = I'_2 \sin\omega' t + I''_2 \sin\omega'' t \end{cases}$$

Ces expressions doivent satisfaire aux équations différentielles générales ce qui donne :

$$\begin{cases} L_1\omega' I'_1 - \dfrac{1}{C_1\omega'} I'_1 = M\omega' I'_2 \\ L_2\omega' I'_2 - \dfrac{1}{C_2\omega'} I'_2 = M\omega' I'_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} L_1\omega'' I''_1 - \dfrac{1}{C_1\omega''} I''_1 = M\omega'' I''_2 \\ L_2\omega'' I''_2 - \dfrac{1}{C_2\omega''} I''_2 = M\omega'' I''_1 \end{cases}$$

Ces quatre équations permettent de déterminer les diverses constantes, tout au moins le rapport de trois d'entre elles à la quatrième. Nous obtenons ainsi

$$\frac{I'_2}{I'_1} = \frac{M}{L_2}\frac{T_2^2}{T_2^2 - T'^2}$$

$$\frac{I''_2}{I''_1} = \frac{M}{L_2}\frac{T_2^2}{T_2^2 - T''^2}$$

$$\frac{I''_1}{I'_1} = -\frac{T'}{T''}\frac{T_2^2 - T''^2}{T_2^2 - T'^2}$$

$$\frac{I''_2}{I'_2} = -\frac{T'}{T''}$$

Nous pouvons déjà, sans écrire l'expression complète des courants i_1 et i_2 prévoir les différences de phase qu'ils

Digitized by Google

présentent. Donnons par exemple le signe + ou coefficient I'_1; I'_2 a le signe de $T_2^2-T'^2$, c'est-à-dire est positif. De même I''_2 est négatif et I''_1 a le signe contraire à $T_2^2-T'^2$, c'est-à-dire est négatif. On voit que les oscillations les plus courtes (correspondant à I''_1 et I''_2) sont déphasées de π dans les deux circuits, tandis que les oscillations les plus longues sont en phase.

Pour être complets, donnons l'expression des courants i_1 et i_2 en remplaçant les I par leur valeur. Nous n'écrirons que les résultats, afin de ne pas alourdir cette étude de calculs, sans grande dfficulté certes, mais assez longs et fastidieux. Nous avons

$$i_1 = -\frac{Q}{2}\left\{\left[\frac{1}{\sqrt{1+\frac{4k^2T_1^2T_2^2}{(T_1^2-T_2^2)^2}}}+1\right]\omega' \sin\omega' t+\left[\frac{-1}{\sqrt{1+\frac{4k^2T_1^2T_2^2}{(T_1^2-T_2^2)^2}}}+1\right]\omega'' \sin\omega'' t\right\}$$

$$i_2 = \frac{MQ}{L_2}\frac{T_2^2}{\sqrt{(T_1^2-T_2^2)^2+4k^2T_1^2T_2^2}}(\omega' \sin\omega' t - \omega'' \sin\omega'' t)$$

Q est la charge initiale du condensateur primaire.

Ayant ainsi étudié assez en détail les propriétés d'un ensemble de deux circuits couplés, il nous reste, avant de passer à leur utilisation pratique, à étudier comment ils se comportent quand on leur impose une oscillation de fréquence déterminée.

OSCILLATIONS FORCÉES.

Soit ω la pulsation imposée au circuit primaire ; il est bien évident que, dans l'état de régime, le secondaire est parcouru aussi par un courant de pulsations ω. Le déphasage entre les courants important peu, une seule quantité reste à déterminer, c'est le rapport de l'amplitude secondaire à l'amplitude primaire.

Ceci peut se déterminer assez facilement au moyen des équations

$$L_1\frac{di_1}{dt}+\frac{\int i_1 dt}{C_1}-M\frac{di_2}{dt}+R_1 i_1 = E\cos\omega t$$

$$L_2\frac{di_2}{dt}+\frac{i_2 dt}{C_2}-M\frac{di_1}{dt}+R_2 i_2 = 0$$

On trouve

$$i_1 = \frac{E}{Z_1}\cos(\omega t - \varphi_1)$$

$$i_2 = \frac{M\omega E}{Z'_1 Z_2}\cos\left(\omega t - \varphi_1 - \text{arc tg}\frac{X_2}{R_2}+\frac{\pi}{2}\right)$$

en posant

$$X'_1 = X_1 - \frac{M^2\omega^2}{Z_2^2}X_2$$

$$R'_1 = R_1 + \frac{M^2\omega^2}{Z_2^2}R_2$$

$$Z'_1 = \sqrt{R'^2_1 + X'^2_1}$$

On peut d'ailleurs sans calculs trouver la forme de la courbe de résonance du système soumis à des oscillations forcées. En effet, si la pulsation de l'onde incidente est précisément égale à ω' ou à ω'', le circuit primaire peut être considéré comme libre ; le système effectue donc des oscillations libres, et on a les deux pointes de résonance des courbes de la figure 16. Pour d'autres valeurs de ω, on aura des valeurs très peu différentes si ω est compris entre ω' et ω'', très différentes dans le cas contraire. Les courbes de la figure 16 sont donc les courbes de transmission du filtre de bande constitué par les deux circuits.

Dans un prochain article, nous reviendrons un peu plus spécialement sur les filtres de bande, et nous terminerons cette étude par l'application de ces principes aux amplificateurs moyenne fréquence.

(A suivre.)

Graphiques ou imaginaires

par J. GRANIER, *Ingénieur E. S. E.*

LES problèmes relatifs aux courants alternatifs peuvent se traiter de bien des manières : on peut considérer des valeurs instantanées ou des valeurs efficaces, employer des constructions géométriques ou utiliser des notations imaginaires. Si toutes les méthodes conduisent évidemment au même résultat, il est des cas où les unes sont particulièrement élégantes, tandis que d'autres ne mènent à la solution qu'au prix de calculs pénibles. Nous nous proposons de les comparer entre elles.

A. — Et tout d'abord, rappelons les lois élémentaires des courants alternatifs, en particulier voyons ce qui se passe lorsqu'on fait tourner dans un champ uniforme une bobine reliée à une résistance, à une self ou à une capacité.

FORCE ÉLECTROMOTRICE INDUITE.

Faisons tourner à vitesse constante et dans un champ uniforme une spire dont la droite AB représente la projection sur le plan de la figure 1. Soit α l'angle que forme avec les lignes de force la normale au plan de la spire. Pour éviter des confusions désignons par des lettres minuscules les valeurs instantanées des grandeurs intéressantes, par des lettres majuscules, les valeurs constantes.

Le flux qui traverse la spire, à un moment donné, a pour expression ;

$$\varphi = HS\cos\alpha$$

Puisque le mouvement de rotation est uniforme, l'angle α est proportionnel au temps et nous pouvons écrire :

$$\alpha = \omega t$$

ω étant la vitesse angulaire.

La force électromotrice induite qui est égale en unités c.g.s. à $-\frac{d\varphi}{dt}$ a donc ici pour valeur :

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d(HS\cos\omega t)}{dt} = HS\omega\sin\omega t$$

Elle est représentée en fonction du temps par une sinusoïde, et sa valeur maxima E_m a pour expression :

$$E_m = HS\omega$$

COURANT DANS UNE RÉSISTANCE.

Si nous faisons débiter sur une résistance la spire précédente fonctionnant comme un petit alternateur,

Digitized by Google

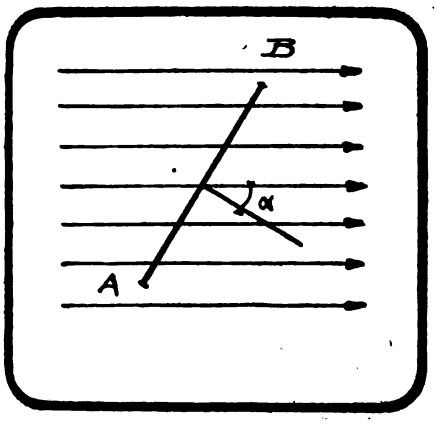


Fig. 1.

rien ne nous empêche, à chaque instant, d'appliquer la loi d'Ohm :

$$e = Ri$$

Remplaçons e par sa valeur : $E_m \sin \omega t$. Il vient :

$$E_m \sin \omega t = Ri \quad \text{d'où}$$

$$i = \frac{E_m}{R} \sin \omega t$$

Ainsi, nous obtiendrons un courant sinusoïdal comme la tension ; sa valeur maxima sera :

$$I_m = \frac{E_m}{R}$$

et il sera en phase avec la tension, c'est-à-dire s'annulera en même temps qu'elle, passera par un maximum en même temps qu'elle.

COURANT DANS UNE SELF.

Si la spire jouant le rôle d'alternateur est fermée non plus sur une résistance mais sur une self, les phénomènes ne sont plus les mêmes. Il nous faut maintenant considérer non seulement le flux φ primitif, mais encore un flux supplémentaire φ' produit par le passage du courant dans la bobine constituant la self. Ce flux φ' étant d'ailleurs proportionnel au courant qui le produit, nous pouvons le mettre sous la forme :

$$\varphi' = Li$$

et nous définissons ainsi un coefficient L que nous appellerons « self-induction » de la bobine et que nous exprimerons en « henrys ».

Les flux φ et φ' sont variables ; ils créent donc des forces électromotrices dont les valeurs absolues sont :

$$\frac{d\varphi}{dt} = E_m \sin \omega t \quad \text{et} \quad \frac{d\varphi'}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

et dont les sens, en vertu de la loi de Lenz, sont opposés. La résultante de ces deux forces électromotrices est égale à la chute ohmique, c'est-à-dire à zéro si nous négligeons pour simplifier la résistance, de sorte que nous avons :

$$E_m \sin \omega t - L \frac{di}{dt} = 0$$

ou encore

$$\frac{di}{dt} = \frac{E_m}{L} \sin \omega t$$

et

$$i = -\frac{E_m}{L\omega} \cos \omega t$$

Ainsi, cette fois, la valeur maxima du courant est $I_m = \frac{E_m}{L\omega}$; d'autre part, nous avons un cosinus au lieu d'un sinus ; cela signifie que ce courant est décalé de 90° sur la tension et, comme nous avons le signe — c'est un décalage en arrière.

COURANT DANS UN CONDENSATEUR.

En courant continu, un condensateur une fois chargé ne laisse plus passer aucun courant ; ici, il n'en sera pas de même parce que, la tension de charge étant constamment variable, il y a à chaque instant des quantités d'électricité qui se dirigent vers les armatures ou s'en éloignent et constituent ainsi un courant.

Désignons par q la quantité d'électricité qui se trouve à un instant donné sur l'armature du condensateur. Cette quantité d'électricité est, on le sait, proportionnelle à la tension :

$$q = Ce$$

le coefficient de proportionalité C étant la « capacité ».

Remplaçons e par sa valeur

$$e = E_m \sin \omega t$$

Il vient : $q = CE_m \sin \omega t$.

Le courant qui passe dans le fil aboutissant au condensateur est traversé par les charges qui se dirigent vers le condensateur ou s'en éloignent ; sa valeur s'obtiendra en divisant ces charges électriques par le temps correspondant. Ce sera

$$i = \frac{dq}{dt}$$

ou en remplaçant :

$$i = C E_m \omega \cos \omega t$$

La valeur maxima de ce courant sera :

$$I_m = E_m C\omega$$

et il sera décalé de 90° sur la tension, en avant cette fois à cause du signe + qui précède le cosinus.

PUISSANCE DÉPENSÉE DANS UNE RÉSISTANCE.

La puissance dépensée pendant un temps très court par un courant alternatif est évidemment très variable ; elle est maxima quand le courant passe par un maximum, nulle quand le courant est lui-même nul. Mais ce qui est le plus intéressant, c'est la puissance moyenne pendant un temps relativement long ou, ce qui revient au même, pendant une période. Calculons-la.

A chaque instant, l'énergie dépensée est proportionnelle à Ri^2, en désignant par R la résistance et par i la valeur instantanée du courant. Comme ce courant est sinusoïdal, l'énergie est à chaque instant proportionnelle à $\sin^2 \omega t$; en fonction du temps, elle est représentée par une courbe analogue à celle de la figure 2. Pendant une période l'énergie totale dissipée par effet Joule est égale à l'aire hachurée.

Considérons l'aire comprise entre l'axe des temps et la parallèle tangente au sommet de la courbe précédente. Elle représente l'énergie dissipée par un courant continu ayant pour intensité I_m, et on voit immédiatement sur la figure qu'elle est deux fois plus grande que l'aire hahurée (cela se voit également mathématiquement car pendant une période $\sin^2$ et $\cos^2$ ont la même moyenne). Nous arrivons donc à cette conclusion.

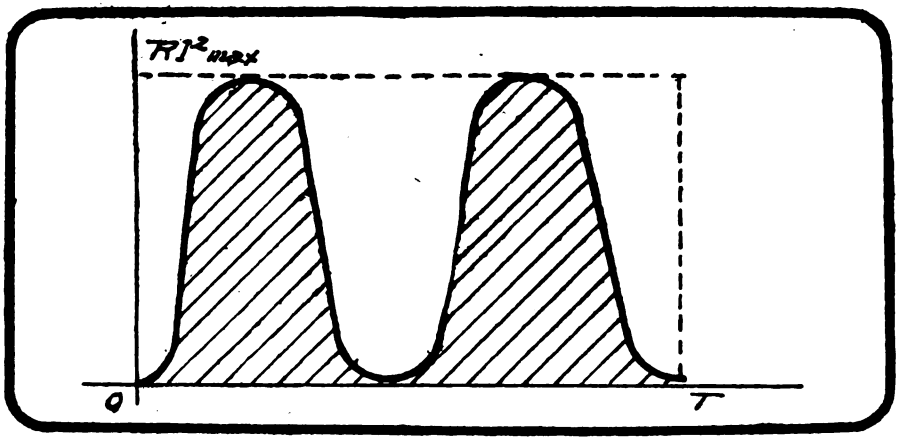


Fig. 2.

Digitized by Google

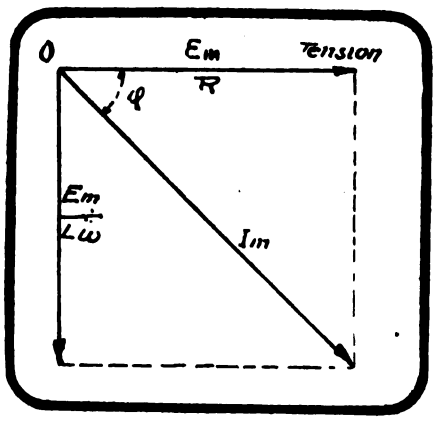


Fig. 3.

Un courant continu dont l'intensité est I_m dégage deux fois plus de chaleur qu'un courant sinusoïdal dont l'intensité maxima est I_m.

Ou encore un courant sinusoïdal d'intensité maxima I_m dégage autant de chaleur qu'un courant continu d'intensité $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$; par définition nous pourrons donc appeler « intensité efficace » l'intensité d'un courant continu qui dégage la même quantité de chaleur que le courant alternatif envisagé et écrire

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

On définit de la même manière une « tension efficace ». C'est la tension d'un courant continu qui produit dans une même résistance les mêmes effets calorifiques moyens que la tension alternative considérée ; on a évidemment :

$$E_{eff} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

B. *Représentation géométrique.* — Comme toute grandeur sinusoïdale, on peut considérer une tension alternative e comme la projection sur un axe fixe d'un vecteur E_m tournant à la même vitesse que l'alternateur. Comment sera, dans ces conditions, représentée l'intensité du courant ? Ce sera évidemment encore la projection d'un vecteur I_m tournant au synchronisme, mais ce vecteur ne sera pas nécessairement en phase avec E_m ; il pourra être en retard ou en avance, et ce que nous avons dit dans les quelques lignes qui précèdent nous donne à ce sujet tous les renseignements voulus.

Si le circuit d'utilisation est une résistance, le courant i sera la projection sur l'axe choisi d'un vecteur I_m dont la longueur sera

$$I_m = \frac{E_m}{R}$$

et qui sera constamment dans la même direction que le vecteur E_m

Si au contraire le circuit d'utilisation est une self, le vecteur I_m aura pour longueur :

$$I_m = \frac{E_m}{L\omega}$$

et il sera décalé de 90° sur E_m dans le sens négatif.

Et enfin, si nous avons affaire à une capacité, le vecteur I_m. aura pour valeur :

$$I_m = E_m C\omega$$

et sera en avance de 90° sur E_m.

Nous allons maintenant utiliser les résultats précédents pour voir ce qui se passe dans le cas d'un circuit complexe comprenant à la fois de la résistance, de la self et de la capacité. Pour fixer les idées, prenons pour commencer un circuit composé d'une résistance et d'une self en dérivation, aux bornes desquelles nous appliquons une tension sinusoïdale dont la valeur maxima est E_m.

L'intensité i sera évidemment la projection d'un vecteur obtenu en prenant la résultante de deux vecteurs (fig. 3):

l'un $\frac{E_m}{R}$ en phase avec la tension représentant l'intensité maxima passant dans la résistance;

et l'autre $\frac{E_m}{L\omega}$ décalé de 90° en arrière sur la tension et représentant l'intensité maxima passant dans la self.

Ce vecteur I_m, représentant l'intensité totale, est inférieur, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, à la somme arithmétique des deux vecteurs qui le composent. C'est un résultat qui peut choquer à première vue les débutants mais qui est parfaitement explicable : si l'on voit un courant de 5 ampères se diviser en deux parties, l'une de 4 ampères l'autre de 3 ampères, on ne doit nullement s'en étonner, c'est simplement que les deux courants dérivés ne sont pas en phase.

Passons maintenant au cas d'une résistance et d'une self en série. Cette fois, les deux appareils d'utilisation ne sont pas soumis à la même tension, de sorte qu'il nous serait difficile de choisir comme origine des phases celle d'une tension. Mais, nous n'avons alors qu'à prendre comme origine des phases celle de l'intensité, puisque c'est la même qui circule dans tout le circuit. Et nous continuerons la construction d'une manière analogue à la précédente (fig. 4). Nous porterons horizontalement, c'est-à-dire dans la direction de l'intensité, une longueur égale à RI_m ; ce sera la tension aux bornes de la résistance. Puis nous porterons suivant une direction perpendiculaire, et en avant, un vecteur $L\omega I_m$; ce sera la tension aux bornes de la self. La tension résultante E_m s'obtiendra en faisant la somme géométrique des deux tensions composantes ; elle sera décalée en avant sur l'intensité d'un angle φ.

Il est facile de tirer de cette construction géométrique la valeur algébrique de E_m et de calculer l'angle φ. On a, en effet, d'après le théorème de Pythagore :

$$E_m^2 = (RI_m)^2 + (L\omega I_m)^2$$

c'est-à-dire :

$$I_m = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Et dans le même triangle on a :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega I_m}{RI_m} = \frac{L\omega}{R}$$

Si au lieu d'une self on avait eu un condensateur, les constructions auraient été analogues, mais il aurait fallu porter les vecteurs correspondant à ce condensateur en sens inverse: vers le haut dans le cas de la figure 3, vers le bas dans le cas de la figure 4.

C. *Phénomènes de résonance.* — Et maintenant, qu'arrive-t-il quand on a à la fois de la self et de la capacité ? Examinons-le, en supposant d'abord, pour simplifier, que les résistances sont négligeables.

Alimentons par un alternateur une self et une capacité disposées en dérivation. Le courant qui passe dans la self a pour valeur instantanée :

$$-\frac{E_m}{L\omega}\cos \omega t$$

tandis que celui qui passe dans la capacité a pour valeur :

$$+ E_m C\omega \cos \omega t$$

Le courant fourni par l'alternateur est la somme de ces deux courants composants (somme algébrique cette fois puisque nous considérons les valeurs instantanées, et non pas somme géométrique comme tout à

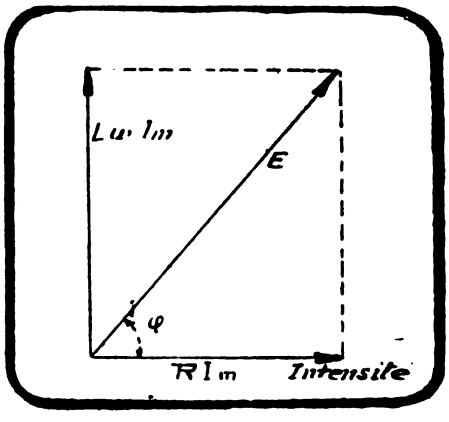


Fig. 4.

Digitized by Google

l'heure lorsque nous considérions les valeurs maxima) ; sa valeur est :

$$\left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right) E_m \cos \omega t$$

Ce courant a à chaque instant une valeur plus petite que la somme des courants composants, et il peut d'ailleurs s'annuler lorsque

$$C\omega = \frac{1}{L\omega} \quad \text{ou} \quad CL\omega^2 = 1$$

Lorsque cette condition (condition de résonance) sera remplie, l'ensemble, formé par la self et la capacité, se comportera vis-à-vis de l'alternateur comme une résistance infinie. On aura affaire à un circuit « bouchon ». Cependant la self et la capacité seront quand même parcourues par des courants qui pourront être très intenses.

Faisons maintenant une expérience analogue, mais en mettant en série la self et le condensateur. Cette fois, l'intensité est la même pour ces deux appareils et est de la forme

$$i = I_m \sin \omega t,$$

Passant dans la self, cette intensité crée une tension égale à :

$$L\omega I_m \cos \omega t$$

tandis que, dans la capacité, elle donne naissance à une tension dont la valeur est

$$-\frac{1}{C\omega} I_m \cos \omega t,$$

La tension totale qui est à chaque instant la somme algébrique des deux précédentes a pour expression :

$$e = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) I_m \cos \omega t$$

On voit qu'elle varie considérablement suivant les valeurs respectives de L et de C et qu'elle peut s'annuler complètement lorsque

$$CL\omega^2 = 1$$

Ainsi, quand la condition de résonance est remplie, une tension extrêmement petite suffit pour produire un courant extrêmement grand. L'ensemble formé par une self et une capacité réglées pour la résonance et connectées en série se comporte comme un court-circuit.

Lorsque le circuit contient non seulement de la self et de la capacité, mais encore de la résistance, les phénomènes de résonance sont moins nets ; les tensions ou les courants, au lieu de s'annuler rigoureusement, passent simplement par un minimum. On peut s'en rendre compte facilement par le calcul, mais il est dans ce cas particulièrement commode d'opérer graphiquement. Prenons par exemple une résistance R, une self L et une capacité C montées en série et représentons la tension aux bornes de chacun de ces appareils.

L'intensité I_m du courant commun étant prise comme origine des phases, la tension aux bornes de la résistance sera portée dans la même direction avec une longueur égale à RI_m. La tension aux bornes de la self sera décalée de 90° en avant et sa longueur sera $L\omega I_m$. Quant à la tension aux bornes de la capacité, elle sera décalée de 90° en arrière et aura pour longueur $\frac{I_m}{C\omega}$. Ces 3 tensions sont représentées sur la figure 5 respectivement en OA, AB et BC ; la tension résultante E_m est représentée en grandeur et en phase par le vecteur OC.

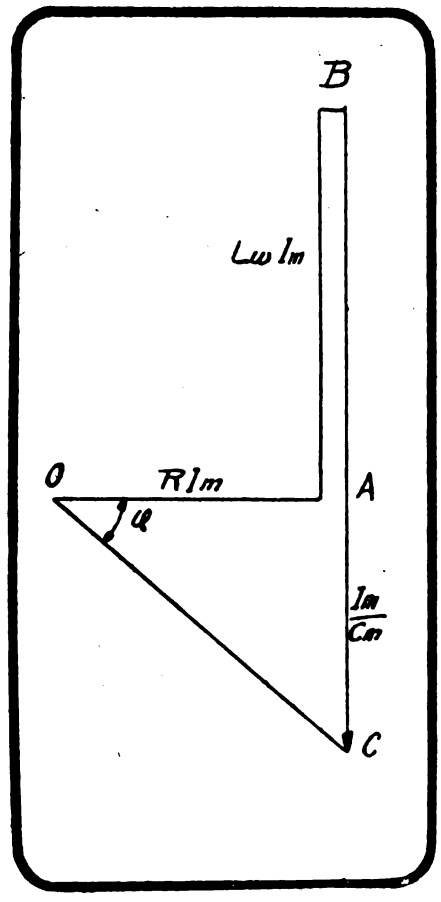


Fig. 5.

On voit immédiatement ce qui se passe lorsqu'on fait varier soit R, soit L, soit C. Pour une résistance et une self données, par exemple, et pour un courant I_m fixé à l'avance, la tension aux bornes de l'ensemble est égale à OB lorsque la capacité C est infinie ; le déphasage est alors relativement important et la tension est fortement en avance sur l'intensité. Diminuons progressivement la capacité ; la tension BC, qui était nulle augmente ; la tension totale OC diminue et son déphasage devient de plus en plus petit. Et il arrive un moment où le point C se confond avec le point A ; il y a alors résonance, la tension aux bornes de la self est égale à la tension aux bornes de la capacité en valeur absolue, et tout se passe comme si dans le circuit il n'y avait que de la résistance ; la loi d'Ohm peut s'appliquer dans ces conditions comme en courant continu. Diminuons encore la capacité ; la tension à ses bornes augmente et devient plus grande que la tension absorbée par la self, l'effet de capacité devient prépondérant, la tension totale est en retard sur l'intensité. Et à mesure que la capacité diminue, la tension totale et le déphasage vont en augmentant.

Si l'on fait varier la résistance, les minima deviennent de plus en plus nets à mesure que cette résistance diminue ; pour des résistances deux, trois, quatre fois plus petites, le courant de résonance devient deux trois, quatre fois plus grand. Mais lorsque les valeurs de la self et de la capacité sont très éloignées de celles qui correspondent à la résonance, les variations de la résistance n'ont plus une bien grande influence.

On peut aisément établir une formule condensant sous forme algébrique tous les développements précédents ; en appliquant au triangle OAC le théorème de Pythagore et en remarquant que :

$$OA = RI_m$$

$$AC = AB - BC = L\omega I_m - \frac{I_m}{C\omega}$$

on a :

$$OC^2 = OA^2 + AC^2$$

ou

$$E_m^2 = R^2 I_m^2 + \left(L\omega I_m - \frac{I_m}{C\omega}\right)^2$$

et finalement :

$$I_m = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

D. *Puissance dépensée dans un circuit quelconque.* — Dans un circuit comprenant à la fois résistance, self et capacité, on n'obtient plus la puissance en multipliant la tension efficace par l'intensité efficace, comme lorsqu'il n'y avait que de la résistance. L'expression de la puissance est un peu plus compliquée, mais elle est néanmoins facile à établir.

Dans une self ou une capacité pures, il n'y a aucune dégradation d'énergie ; celle-ci se localise exclusivement dans la résistance et on peut la calculer en multipliant le courant efficace qui la traverse par la tension efficace à ses bornes. Mettons ces quantités en évidence.

Si les appareils d'utilisation sont branchés en dérivation, la tension

Digitized by Google

efficace aux bornes de la résistance est E_{eff}, le courant qui la traverse n'est par contre que $I_{eff}\cos\varphi$. La puissance a donc pour expression :

$$W = E_{eff}\,(I_{eff}\cos\varphi)$$

Si au contraire les appareils sont branchés en série, l'intensité qui traverse la résistance est égale à l'intensité totale I_{eff}, mais la tension à ses bornes est plus petite que la tension totale, ce n'est plus que $E_{eff}\cos\varphi$. La puissance a cette fois pour valeur :

$$W = I_{eff}\,(E_{eff}\cos\varphi)$$

de sorte que, quel que soit le mode de branchement adopté, série ou parallèle, la formule

$$W = E_{eff}\,I_{eff}\cos\varphi$$

est bien générale.

E. *Exemples.* — Pour appliquer les quelques formules précédentes, posons-nous par exemple le problème suivant :

On dispose d'une lampe à incandescence devant fonctionner normalement sous 60 volts 1 ampère, mais la tension du secteur est de 100 volts ; on veut abaisser celle-ci à 60 volts au moyen d'une bobine de self. Comment calculer cette dernière ?

Tout d'abord, il faut éviter une faute : croire que la self devra absorber 100 — 60 = 40 volts. Si pour faire tomber la tension on employait une résistance, celle-ci aurait bien 40 volts aux bornes, mais dans le cas d'une self il est loin d'en être de même à cause des déphasages. Prenons comme origine des phases celle de l'intensité. La tension aux bornes de la lampe est naturellement en phase avec l'intensité et a pour valeur RI ; la tension aux bornes de la self est déphasée de 90° en avant et a pour valeur $L\omega I$. Quant à la tension totale, elle est la résultante des deux précédentes (fig. 6).

La tension aux bornes de la self se calcule immédiatement ; c'est :

$$\sqrt{\overline{100}^2 - \overline{60}^2} = 80$$

Ainsi la self devra absorber, non pas 40 mais 80 volts ; son coefficient d'inductance sera donc :

$$L = \frac{80}{314 \times 1} = 0{,}235 \text{ henry}$$

Autre exemple. — Alimentons en série sous 100 volts 50 périodes une bobine ayant 10 ohms et 1 henry et un condensateur au papier paraffiné pouvant supporter 500 volts au maximum. Faisons varier la capacité de ce condensateur de manière à obtenir la résonance. Le condensateur résistera-t-il ?

La capacité nécessaire pour obtenir la résonance est donnée par la formule :

$$C = \frac{1}{L\omega^2}$$

dans laquelle : $L = 1\,\omega = 314$: on trouve ainsi, pour C, 10 microfarads.

Au moment de la résonance, tout se passe comme si la self et la capacité n'existaient pas et le courant est uniquement limité par la résistance ohmique. L'intensité est de :

$$\frac{100}{10} = 10 \text{ ampères}$$

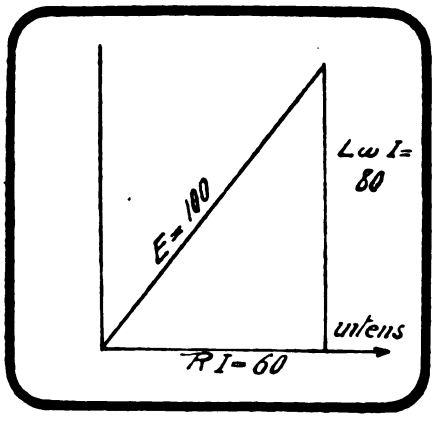


Fig. 6.

Il en résulte aux bornes de la capacité une tension égale à :

$$\frac{10}{0\,00001 \times 314} = 3.150 \text{ volts.}$$

Le condensateur claquera certainement.

F. *Imaginaires.* — Pour déterminer les tensions ou les intensités dans un circuit tant soit peu compliqué, nous avons eu recours jusqu'à présent à des constructions géométriques. On peut opérer par une méthode tout à fait différente, à

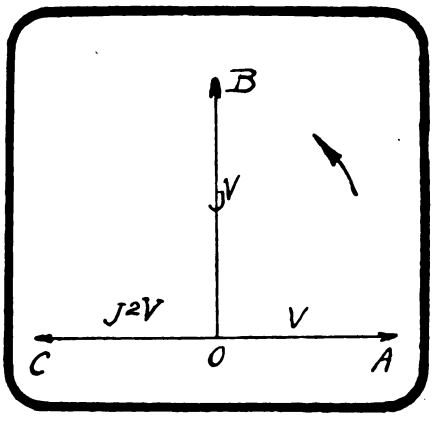


Fig. 7.

première vue tout au moins, que nous allons maintenant exposer.

Et tout d'abord, que le lecteur ne se laisse pas effrayer par ce mot d'« imaginaire ». Il n'y a dans cette méthode absolument rien qui soit imaginaire au sens ordinaire du mot, absolument rien d'irréel. Une quantité imaginaire en mathématiques, c'est un vecteur et un angle.

Nous avons vu que, parcourues par un même courant, une résistance et une self ne sont pas soumises à des tensions de même espèce. Pour différentier ces tensions, faisons précéder de la lettre j la tension aux bornes de la self.

Comme cette dernière est déphasée de 90° en avant sur l'intensité, multiplier un vecteur par j, c'est donc pour nous, par convention, le faire tourner de 90° dans le sens de la flèche (figure 7).

Examinons d'un peu plus près les conséquences de notre convention. Prenons un vecteur V représenté par OA, et faisons-le tourner de 90° ; nous obtenons OB dont la valeur est jV. Faisons encore tourner ce dernier ; nous obtenons cette fois OC qui a pour valeur j^2V.

Mais OC n'est autre que OA changé de signe.

C'est donc que : $j^2 V = -V$

ou $j^2 = -1$.

Ainsi, notre convention entraîne que j est la racine carrée de — 1 ; nous nous servirons de cette propriété, le cas échéant, pour simplifier les calculs.

Avec cette notation, nous écrirons donc, en appelant E et I les tensions et intensités efficaces ou maxima :

$E = RI$ lorsque nous aurons affaire à une résistance, car E et I sont en phase.

$E = j\,L\omega\,I$ pour une self, car, en prenant la phase de I pour origine, il faut pour avoir E multiplier I par $L\omega$ puis le faire tourner de 90° dans le sens positif.

$E = \frac{-j}{C\omega} I$ pour une capacité, car cette fois nous devons faire tourner le vecteur en sens contraire.

On ne voit pas, évidemment, quel peut être l'intérêt de cette notation tant que le circuit d'utilisation ne comporte que des résistances, ou que des selfs, ou que des capacités. Mais dans un circuit complexe, il en est tout autrement. Et puisque nous avons déjà différentié au moyen du coefficient j les différentes sortes d'impédances, nous pouvons nous demander maintenant s'il n'est pas possible de les traiter toutes de la même manière, de les ajouter purement et simplement comme en courant continu.

Considérons donc une tension E dont nous prendrons pour simplifier la phase comme origine, faisons-la agir sur une résistance R et une self L disposées en série, et examinons l'expression :

$$\frac{E}{R + jL\omega}$$

Nous pouvons lui faire subir les transformations suivantes :

Digitized by Google

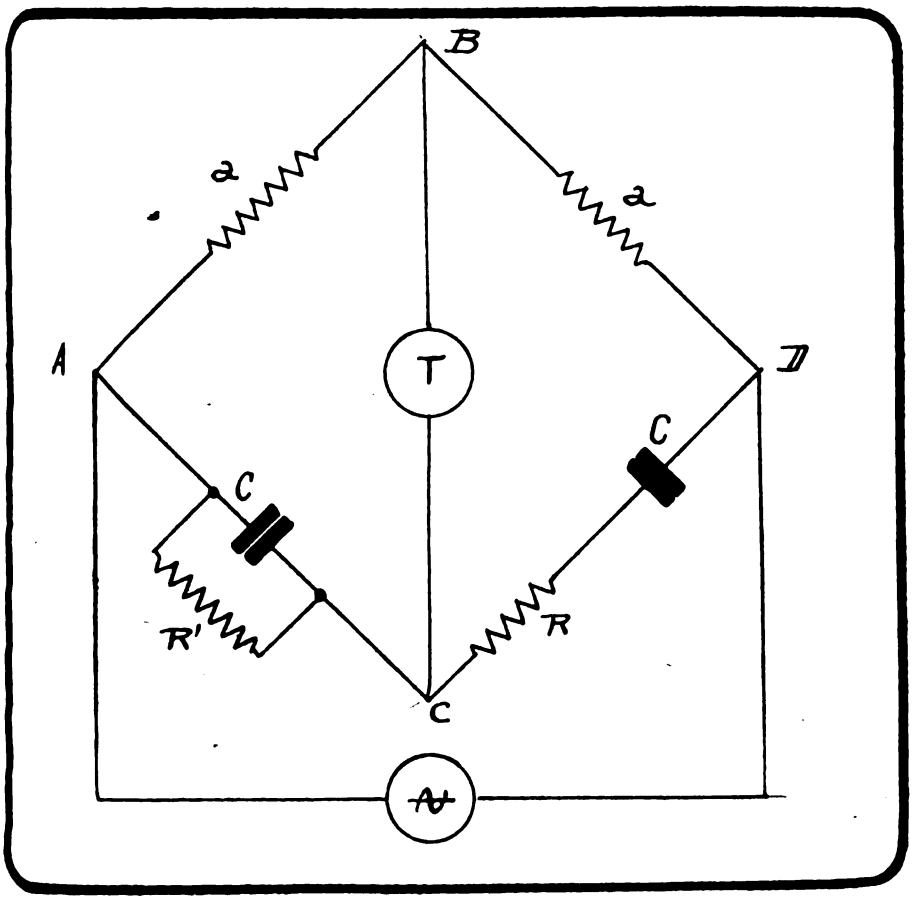


Fig. 8.

$$\frac{E}{R+jL\omega} = \frac{E\,(R-jL\omega)}{(R+jL\omega)\,(R-jL\omega)}$$

$$= \frac{E(R-jL\omega)}{R^2+L^2\omega^2}$$

$$= \frac{E}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}} \times \frac{R}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}}$$

$$-j\frac{E}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}} \times \frac{L\omega}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}}$$

Et nous reconnaissons dans

$$\frac{E}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}}$$

la valeur numérique du courant pro-

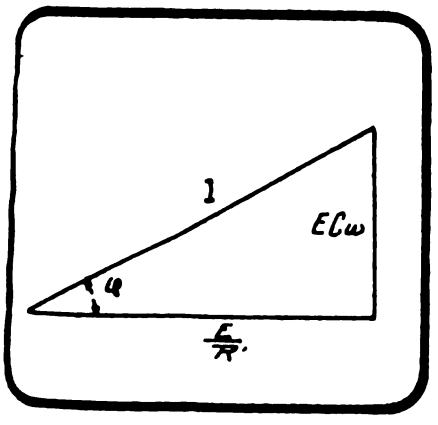


Fig. 9.

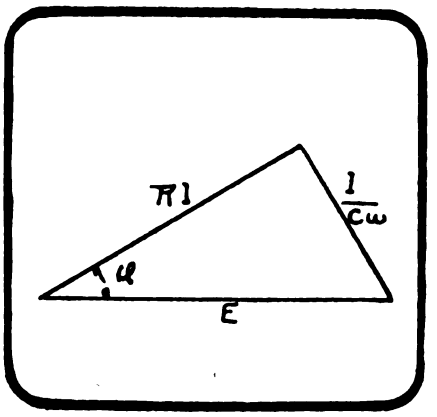


Fig. 10.

duit dans le circuit par la tension E, dans

$$\frac{R}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}}$$

et dans

$$\frac{L\omega}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2}}$$

le cosinus et le sinus de l'angle dont est déphasé le courant. Nous avons donc le droit d'écrire :

$$\frac{E}{R+jL\omega} = I_x + jI_y$$

en désignant par I_x et I_y les projections de l'intensité sur les deux axes de coordonnées.

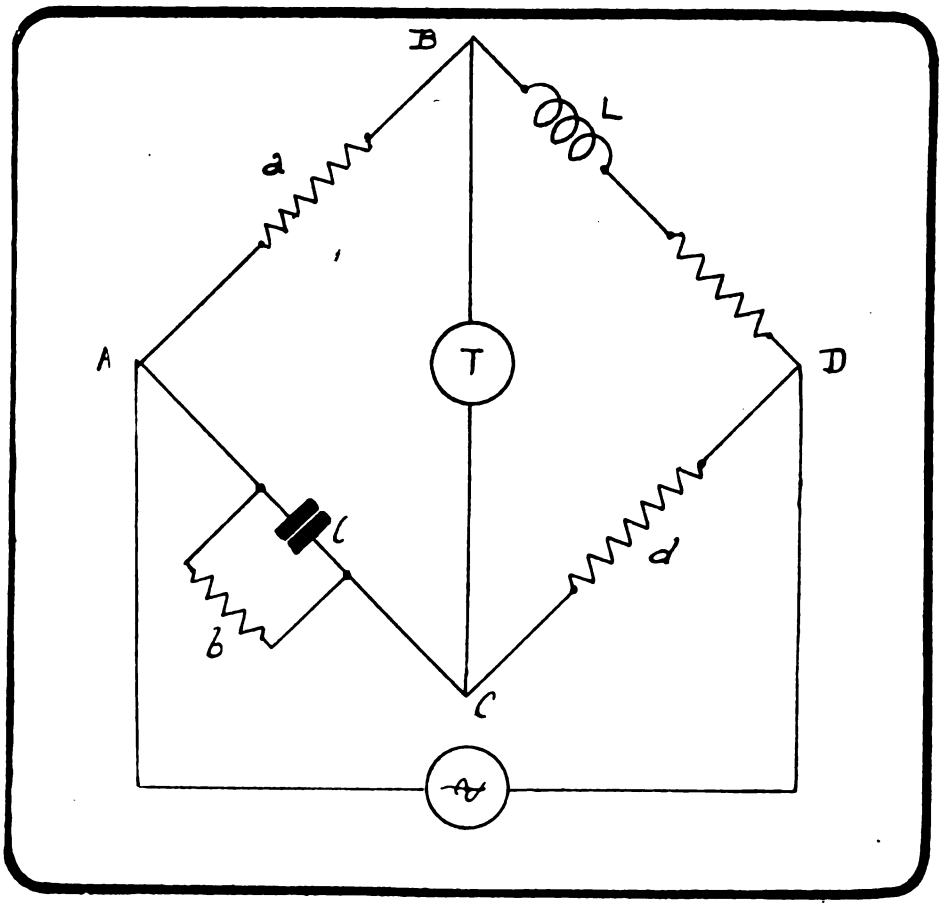


Fig. 11

Digitized by Google

Ainsi, nous avons le droit, tout comme en courant continu, d'appliquer la loi d'Ohm sous la forme

$$I = \frac{E}{R}$$

à condition de ne pas oublier que I, E et R renferment à la fois des quantités réelles et des quantités imaginaires. En égalant dans cette relation les termes réels d'une part, les termes précédés de j d'autre part, nous aurons deux équations qui nous donneront les projections de l'intensité sur les deux axes, c'est-à-dire sa grandeur et sa phase.

G. *Applications.* — Pour montrer l'utilité des considérations précédentes, nous allons examiner par exemple ce qui se passe dans un pont à courant alternatif. Prenons, pour préciser, un pont souvent employé comme fréquencemètre, celui de la figure 8 ; il comprend deux résistances égales a et deux condensateurs C, l'un en série avec une résistance R, l'autre en dérivation sur une résistance R'.

Puisque les bras du pont AB et BD sont au moment de l'équilibre soumis à des tensions égales et absorbent des courants égaux, il en est de même des bras AC et CD. Pour trouver la condition d'équilibre, écrivons donc que les bras AC et CD sont soumis à une même tension E et absorbent des courants égaux en intensité et en phase. A cet effet, utilisons la méthode géométrique et construisons le diagramme classique en prenant comme origine des phases celle de la tension E appliquée entre A et C ou entre C et D.

Dans la figure 9, qui correspond aux intensités absorbées par le bras AC, le courant dans la résistance R' a pour valeur $\frac{E}{R'}$ et est en phase avec la tension E ; le courant dans le condensateur en dérivation est égal à $EC\omega$ et est déphasé de 90° en avant. Le courant résultant I s'obtient en prenant la résultante, et le déphasage du courant total sur la tension est donné par la relation :

$$\operatorname{tg}\varphi = CR'\omega$$

Dans la figure 10 correspondant aux tensions dans le bras CD, le courant I et son déphasage φ sur la tension E doivent être les mêmes que précédemment. La tension aux bornes de R s'obtient en portant RI en phase avec I, et celle qui existe aux bornes du condensateur en portant $\frac{I}{C\omega}$ perpendiculaire, leur résultante étant égale à E ; le déphasage du courant sur la tension totale E est cette fois fourni par la relation :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{CR\omega}$$

En égalant ces deux valeurs de $\operatorname{tg}\varphi$, nous avons en premier lieu :

$$CR'\omega = \frac{1}{CR\omega} \quad \text{d'où} \quad \omega = C\sqrt{RR'}$$

D'autre part, dans la figure 9, la résistance R' soumise à la tension E absorbe un courant $\cos\varphi$ fois plus petit que celui qu'absorbe dans la figure 10 la résistance R soumise à une tension $\cos\varphi$ fois plus petite. C'est donc que R est $\cos\varphi$ fois plus petit que R'.

$$R = R'\cos\varphi = \frac{R'}{1 + C^2R^2\omega^2}$$

Ces deux équations résolvent complètement le problème.

Prenons maintenant un autre exemple, et, pour varier, choisissons un pont dont l'équilibre est indépendant de la fréquence, et traitons-le par la méthode des imaginaires.

Pour mesurer la self L d'une bobine de choc, opposons-la dans le pont de la figure 11 à un condensateur de capacité C ; comme cette bobine possède une certaine résistance r, nous devons mettre évidemment dans le même bras que C une résistance b, en dérivation par exemple.

Ecrivons que le produit des impédances des bras opposés est constant. L'impédance du bras BD est $r + jL$; celle du bras AC, qui comprend en parallèle une capacité d'impédance $\frac{-j}{C\omega}$ et une résistance b est d'après la loi des circuits dérivés :

$$\frac{\frac{jb}{C\omega}}{b - \frac{j}{C\omega}} = \frac{-jb}{bC\omega - j}$$

Nous avons donc :

$$ad(bC\omega - j) = -bj(r + jL\omega)$$

ou

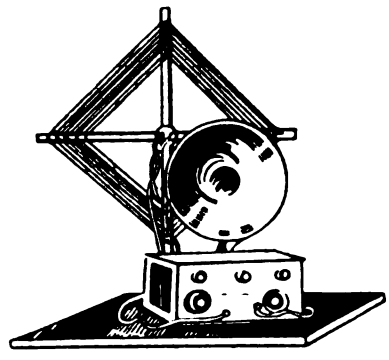
$$(abdC\omega - bL\omega) = j(ad - br)$$

équation qui se décompose en deux :

$$L = adC \quad \text{et} \quad ad = br$$

Cette fois, comme on le voit, le résultat est indépendant de la fréquence ; on peut quand même obtenir l'équilibre même si la tension d'alimentation n'est pas rigoureusement sinusoïdale.

On voit, par ces exemples, combien sont fécondes ces méthodes de calcul ; le lecteur les appliquera sans peine aux problèmes courants qu'il pourra rencontrer dans ses recherches.



Digitized by Google

Notes sur la modulation plaque

par André PLANÈS-PY, F8EI

LA modulation par variations du courant de p'aque, dont il a été parlé brièvement dans le nº 66 (*La Modulation*) est, en raison de sa simplicité, de sa mise au point facile et de son efficacité, utilisée par un grand nombre d'amateurs phonistes. Il nous a paru opportun de traiter certains points spéciaux très souvent négligés par l'expérimentateur. Nous donnerons en outre, dans le cours de l'article, quelques notes extraites de la presse radioélectrique argentine où elles avaient été données sous la signature autorisée de Sr. Sandalio Sosa, du R. C. A. (1).

Les amateurs fervents du microphone, et plus peut-être que les « graphistes », n'ont d'autre désir que celui d'augmenter leur rayon d'action ; La sûreté des communications en est pour eux le résultat immédiat, et ils acquièrent en outre sur leurs confrères une juste renommée.

De tout temps, l'amélioration de la portée a été recherchée en premier lieu dans l'augmentation de la puissance, jusqu'au chiffre maximum fixé par l'Administration. Cette augmentation de puissance, le « QRO », pour utiliser le langage abréviatif universel des amateurs émetteurs, est donc limitée sinon par les frais qu'elle nécessite, du moins par les conditions de délivrance de la licence. Il est cependant intéressant pour l'amateur de demander à une amélioration de ses circuits, de meilleurs réglages, une fréquence plus propice, un aérien mieux établi ou une méthode de modulation différente, le moyen d'augmenter sa portée sans consacrer de nouveaux frais à l'installation. Nous parlerons précisément de ces améliorations pour une modulation par choc utilisée sur un circuit oscillant courant dit à « auto-excitation ».

Auparavant nous rappellerons le fonctionnement d'un émetteur radiotéléphonique : un circuit de ce genre engendre un courant alternatif de haute fréquence, c'est-à-dire inaudible, appelé « onde porteuse ». Cette onde porteuse, suivant des moyens différents, subit des variations de puissance lorsque l'amateur parle devant le microphone, de façon telle que son amplitude augmente ou diminue suivant la fréquence et la puissance des sons émis. En d'autres termes, une émission radiotéléphonique peut être considérée comme étant le résultat de la fusion de deux courants alternatifs, l'un de haute fréquence inaudible, l'autre de basse fréquence audible.

L'intensité avec laquelle seront perçus les sons émis devant le microphone, si on ne tient pas compte des autres facteurs, ne dépend pas, on le conçoit, de la puissance de l'onde porteuse inaudible, sinon de son attaque par la basse fréquence. Les meilleurs résultats sont obtenus, pour une puissance donnée, lorsque l'onde porteuse est modulée intégralement (100 %).

Dans un émetteur choc system (fig. 1) une source de courant à haut voltage alimente, à travers une impédance S, une lampe oscillatrice O, génératrice de courants de haute fréquence, et une seconde lampe modu-

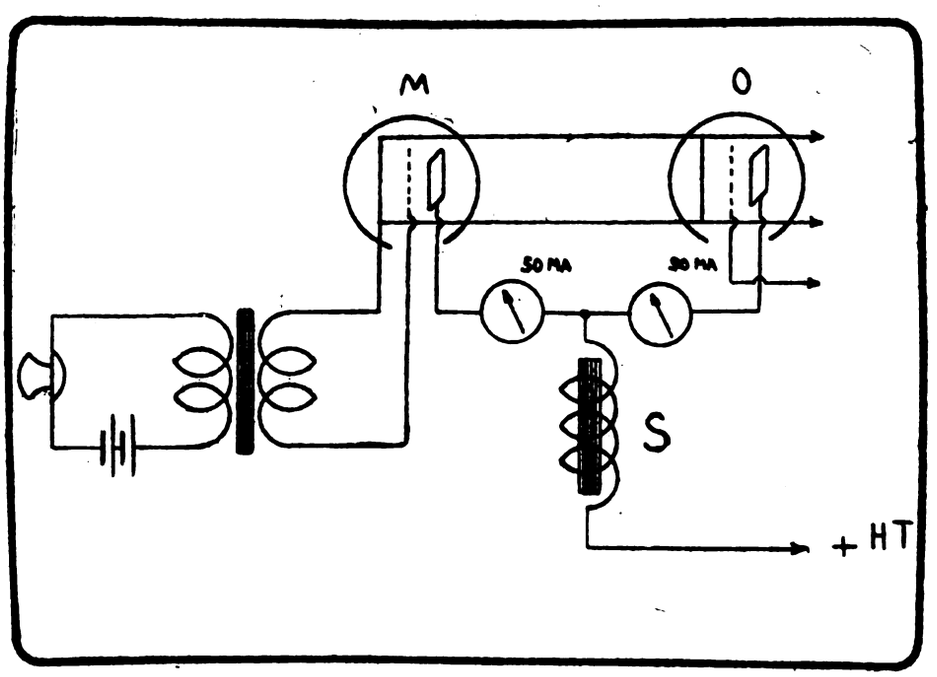


Fig 1.

(1) On se doutera de l'intérêt que peuvent présenter les travaux de Sr Sandalio Sosa lorsqu'on saura que les « Lu » de Buenos-Ayres échangent aisément des communications bilatérales téléphoniques avec leurs collègues chiliens distants de plus de 1.400 kilomètres, par-dessus la Cordillère des Andes.

Digitized by Google

latrice M transmettant un courant de basse fréquence. Une variation du courant plaque de la modulatrice affectera en sens inverse le débit plaque de l'oscillatrice, les deux courants varieront chacun dans un sens, l'un augmentant lorsque l'autre diminue et vice-versa.

L'effet que pourra avoir la lampe modulatrice sur l'oscillatrice, en maximum de modulation (100 %) est limité par le débit minimum que doit avoir cette dernière pour assurer sa

Pour que cette condition soit remplie sans distorsions apparentes dans la modulatrice, *il est nécessaire que le débit plaque de celle-ci, en l'absence de toute modulation, soit au moins égal au débit plaque de l'oscillatrice.* En cours de modulation ce courant ne devra subir *aucune variation* : des déplacements de l'aiguille du milliampèremètre seraient l'indice d'une distorsion. La remarque est ici analogue à celle qui peut être faite sur le circuit plaque d'une lampe B. F.

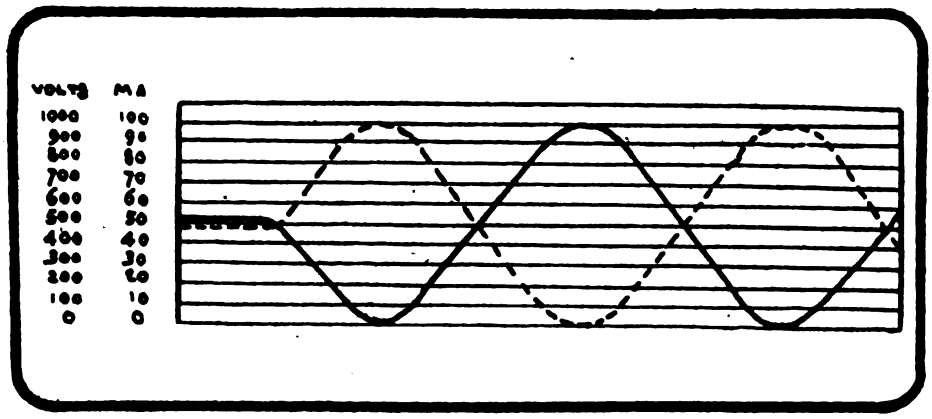


Fig. 2.

fonction. La figure 2 donne les valeurs respectives que prendrait le courant de plaque d'un émetteur modulé intégralement et qui posséderait les caractéristiques de celui représenté par la figure 1. La courbe pointillée représente le courant plaque de la modulatrice, celle en trait plein celui de l'oscillatrice. Les valeurs moyennes, étant de 50 M. A. en l'absence de modulation, varient en sens inverse entre 100 et 0 M. A.

Mais ces variations de courant de l'oscillatrice, se reproduisant au travers d'une résistance fixe représentée par la lampe, ne peuvent avoir lieu qu'accompagnées de variations proportionnelles de voltage, suivant la Loi d'Ohm. La figure 2 porte, indiquées avec les débits en M. A., les voltages correspondant à la courbe de la lampe oscillatrice ; nous voyons que l'énergie dépensée dans l'oscillatrice qui est de 25 watts en l'absence de modulation, baisse à 0 watt et s'élève à 100 watts pour une modulation de 100 %. Donc, pour obtenir une modulation maximum il faut que le courant plaque de M puisse atteindre *au moment de la modulation* une valeur égale à celui de 0. Les courbes de la figure 2 sont tout à fait explicites sur ce point.

finale, dans un récepteur de Broadcasting (1).

On devra donc avoir toujours présentes à la mémoire les deux règles suivantes :

1° En l'absence de modulation, le débit plaque de la ou des lampes modulatrices dont les grilles sont polarisées correctement devra être au moins égal à celui de la ou des lampes oscillatrices.

2° Pour une modulation maximum ce débit ne devra pas varier au delà d'une valeur faible, on peut admettre pratiquement jusqu'à 20 %.

On a généralement l'habitude de placer en M et O des lampes semblables de même puissance, et d'en prévoir un même nombre sur chaque circuit, mais on oublie trop souvent que la polarisation de la modulatrice M doit être assez élevée pour que la grille ne prenne jamais une valeur positive : la même tension étant à la fois appliquée aux plaques des lampes O et M, il s'ensuit que le courant anodique de M sera beaucoup trop faible pour un fonctionnement normal de l'oscillatrice (d'où très souvent chauffage exagéré de M).

Une modulatrice polarisée convenablement consommera une énergie environ trois fois plus faible qu'une oscillatrice du même type sous un même voltage plaque, le pourcentage maximum auquel théoriquement elle pourrait être portée *sans distorsions*, c'est-à-dire sans déplacements trop nets de l'aiguille du M. A. serait à peine de 30 %. Pour augmenter ce pourcentage, l'amateur surcharge par trop les modulatrices, use de microphones très sensibles, élève la tension, augmente le voltage du courant alternatif de B. F. appliqué à la grille, dispose un circuit amplificateur de B. F. ou tout simplement... s'époumone devant le cornet... la réception sera un peu meilleure chez le correspondant mais manquera de clarté, l'aiguille du M. A. de plaque effectuera des bonds impressionnants où l'amateur verra la preuve d'une modulation énergique alors qu'ils ne signifieront qu'une surcharge de la modulatrice.

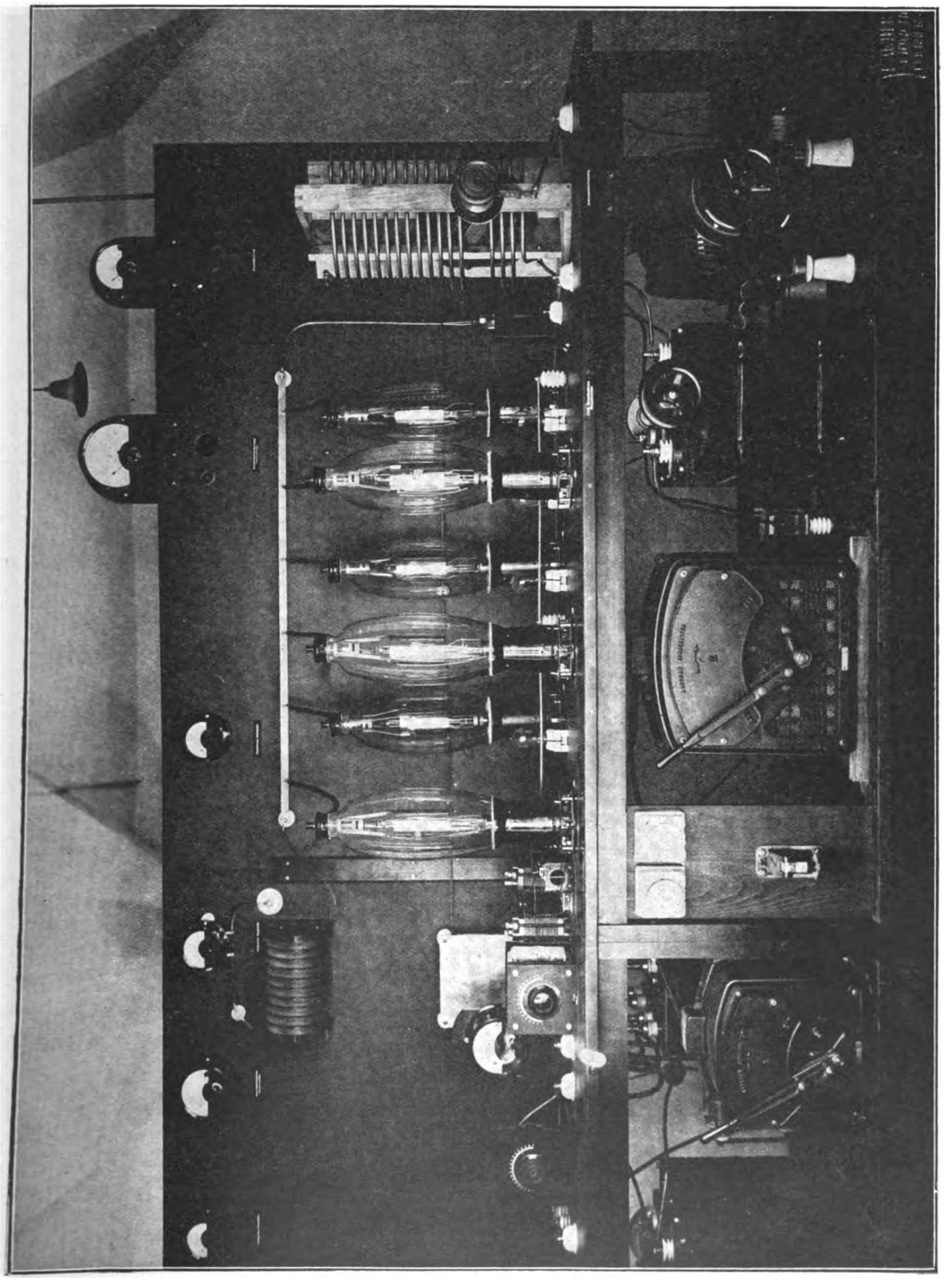
Cette lampe surchargée chauffera, ce qui mettra l'opérateur dans l'obligation d'augmenter la polarisation. Par exemple une lampe du type Métal CL. 1257 utilisée en modulatrice avec 440 volts à la plaque, travaille correctement (sans que l'aiguille du M. A. de plaque accuse des déplacements trop nets) avec un potentiel grille négatif d'environ 36 volts. Mais si ce tube est surchargé, comme du reste il arrive habituellement, il est nécessaire de porter sa polarisation à 45 volts pour éviter une élévation de température au delà de la normale et, partant, une déformation flagrante.

Dans le cas qui nous occupe ici, c'est-à-dire l'emploi d'une lampe modulatrice identique à celle oscillatrice travaillant sous la même tension, il peut être nécessaire d'en prévoir trois en parallèle pour une seule modulatrice.

Cette véritable débauche de tubes (et de courant filament) peut être évitée en utilisant des lampes spéciales pour amplification de puissance. Ce point étant établi, si la modulatrice est du type convenable ou s'il est employé en modulation deux ou trois lampes identiques à l'oscillatrice, les variations de courant plaque n'excéderont pas 20 %.

(1) Haut-Parleur en dérivation par un condensateur de forte valeur sur une impédance en série dans le circuit plaque de la dernière lampe.

Digitized by Google



POSTE ÉMETTEUR DE ZURICH.

Digitized by Google

ANTENNE DU POSTE DE BRESLAU.

Digitized by Google

Il est aussi un procédé élégant fort en honneur chez les Américains du Nord et que nous avons eu l'occasion de signaler : il consiste à appliquer à la modulatrice une tension de plaque *plus élevée* qu'à l'oscillatrice de façon que les valeurs des deux courants soient identiques malgré une polarisation convenable de la modulatrice. Il suffit d'intercaler avant la plaque de O une résistance dont on calculera aisément la valeur par l'application de la Loi d'Ohm.

Les résultats sont cependant meilleurs en utilisant un tube spécial de modulation prévu pour les caractéristiques du circuit.

Lorsqu'on utilise en M certaines lampes spéciales, surtout lorsque le courant plaque est plus élevé que celui maximum indiqué par le constructeur, il est bon de prendre quelques précautions pour éviter les variations brusques de voltage sur la grille lorsque le tube est en fonctionnement; le cas est fréquent lorsqu'on branche le microphone ou son amplificateur, si on fait varier le potentiel de grille, etc. Ces opérations seront effectuées en coupant auparavant le courant de plaque. Une excellente précaution consiste à disposer les interrupteurs de mise en fonctionnement de telle façon que les circuits microphone (et son amplificateur au besoin) et chauffage soient commandés en même temps.

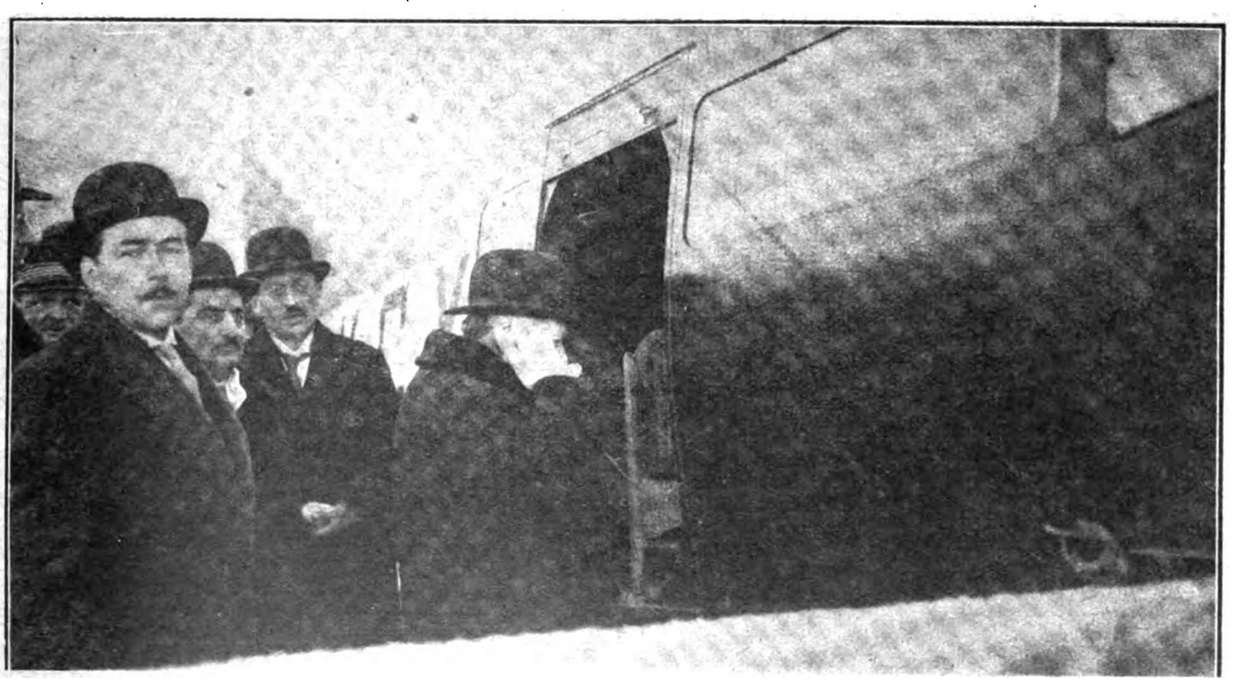
On ne saurait assez engager l'amateur à prévoir en outre un fusible en série dans le circuit de plaque (alimentation). Des tubes du genre de ceux utilisés pour les téléphones, dont le filament brûle sous une fraction d'ampère, peuvent être employés.

On ne devra pas oublier en outre de déterminer pour chaque lampe le potentiel négatif de grille correct, potentiel variant suivant le type de la lampe et le voltage appliqué à la plaque de celle-ci. On peut déterminer approximativement la polarisation de la modulatrice en augmentant peu à peu le voltage de la batterie de grille jusqu'à annuler le courant plaque. Le chiffre relevé divisé par deux donnera à peu près le voltage nécessaire dans les conditions de l'emploi. Dans le cas ou l'émetteur ne comporte pas de milliampèremètre *uniquement* dans le circuit plaque de la modulatrice et où cet instrument de mesure est placé en série dans le + H. T. alimentant à la fois les deux lampes, on opérera de la même façon : le voltage de la batterie de grille sera augmenté peu à peu jusqu'à ce que le courant plaque atteigne un minimum. Le chiffre alors relevé correspond au débit nul de la modulatrice.

Une amplification B. F. peut être prévue avant la modulatrice lorsqu'on se rend compte que le microphone n'agit pas efficacement sur celle-ci, l'aiguille du M. A. n'accusant alors aucune variation ou subissant des déplacements très faibles. Toutefois, en général, avec un microphone courant, il est possible de moduler énergiquement n'importe quelle lampe du commerce sans l'emploi d'une amplification préalable. L'amplificateur améliorera les résultats avec un microphone peu sensible ou avec des lampes exigeant des potentiels négatifs très élevés ou sous une tension de plaque importante.

On devra alors prévoir une commande de l'intensité (volum control) pour éviter dans certains cas une surcharge de la modulatrice (variations de l'aiguille du M. A. dépassant 20 % du courant normal).

L'impédance de plaque constitue un organe des plus importants dans un émetteur phonie choc system, il est indispensable de la choisir avec des caractéristiques suffisantes; si elle était par trop faible l'émission s'accompagnerait d'un sifflement perçant lorsque la modulatrice serait en action.



M. DOUMERGUE SUIVANT LES EXPÉRIENCES DE M. WILLIAM LOTH.

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ETRANGERE

Appareil de contrôle des vitesses du gramophone (Gramophone Speed Tester. Stroboscopie Indicator for use with A.C. lighting, by H. Lloyd, M. Eng. A. M. I. E. E. *The Wireless World* nº 541. Vol. XXVI, nº 2, du 8 janvier 1930).

Dans cet article, l'auteur, M. H. Lloyd, se propose de donner un moyen pratique de vérifier la vitesse de rotation d'un disque de gramophone, en utilisant un effet stroboscopique.

L'intérêt offert par l'ingénieuse conception est augmenté par les considérations que développe l'auteur.

Les gramophones ont, en effet, fait des progrès considérables ces dernières années ; mais, sauf pour les appareils de prix déjà élevés, la plupart d'entre eux offrent l'inconvénient de ne pouvoir donner une vitesse constante, ou tout au moins de posséder des régulateurs de vitesse dont les indications soient sûres.

Or, il est de la première importance que la vitesse d'un gramophone soit constante.

En effet, si l'on veut reproduire sans déformation la voix ou la musique, il faut absolument que la vitesse de rotation du disque au moment de l'audition soit exactement égale à celle du disque au moment où il fut impressionné. Le moyen le plus simple pour y parvenir est de faire l'impression à une vitesse de rotation constante du disque, et à l'audition de faire tourner le disque à cette vitesse constante.

L'effet d'une variation de vitesse est double sur la musique.

Tout d'abord, la durée de chaque temps est modifiée.

En second lieu, chaque note se trouve transposée, et si deux notes à une octave de différence restent toujours à une octave de différence, deux autres notes qui ne seront pas entre elles dans un intervalle harmonique subiront donc l'une par rapport à l'autre un décalage.

M. H. Lloyd a inauguré un système qui permet à tout instant de contrôler la vitesse du disque tournant à l'audition, de la connaître à première vue.

Il a tracé sur un cercle de 10 centimètres de diamètre 3 anneaux concentriques, l'anneau extérieur formant le bord du disque. Chaque anneau présente une série d'alternances de secteurs blancs et noirs, dont le nombre a été calculé pour les vitesses axuelles de rotation des disques de gramophones 78, 79 ou 80 tours à la minute, et pour une fréquence d'éclairage de 50 périodes à la seconde. Eclairant donc, avec une lampe alimentée au courant alternatif à 50 périodes, ce cercle enfilé sur l'axe d'un gramophone en fonction, l'œil verra un des anneaux immobiles, si le disque tourne à l'une des vitesses de 78, 79 ou 80 tours à la seconde ; et suivant l'anneau immobile, on pourra déduire à laquelle de ces trois vitesses le disque tourne.

On pourra vérifier instantanément si la vitesse est constante et, par conséquent, comme l'indique l'auteur, dans le cas du pick-up, si la charge sur le moteur du gramophone reste constante. D'après l'auteur encore, on peut se contenter pour l'expérience de lampes demi-watts ordinaires, mais l'effet est plus net avec une lampe au néon

Antennes d'intérieur (Indoor Aerials, by E. R. *World Radio* du 3 janvier 1930).

L'intérêt de cet article, qui porte en sous-titre : « Quelques suggestions pratiques qui méritent d'être essayées », tient à ce fait que bien qu'il soit conçu dans l'idée de venir en aide aux auditeurs londoniens, qui ont assisté au changement récent de leur station principale d'émission, transportée, comme on sait, d'Oxford Street à Brookman's Park, en même temps qu'à son augmentation de puissance, il pourra être consulté avec profit par tous les amateurs auditeurs européens, au fur et à mesure que la tendance actuelle de remplacer des stations nombreuses, mais de faibles ou moyennes puissances, par quelques stations de grande puissance se traduira par des réalisations pratiques.

Le remplacement de 2 LO Oxford Street par 2 LO Brookman's Park a comme un de ses meilleurs avantages celui de permettre à un plus grand nombre d'amateurs, possesseurs de postes à galène, de suivre les émissions, le poste à galène étant suffisant dans un rayon de 75 kilomètres autour de Brookman's Park. Mais, pour les auditeurs munis de postes à galène, et qui sont situés assez près de la station d'émission, un nouvel avantage découle du changement, celui de pouvoir remplacer l'antenne extérieure par une antenne d'intérieur.

C'est enfin d'une antenne d'intérieur que pourront avec avantage se servir les amateurs qui possèdent des postes à lampe, et qui sont généralement obligés de réduire le volume des sons de leur haut-parleur par différents moyens.

Le *World Radio* recommande quelques types d'antenne d'intérieur.

Ce sont :

1º *L'antenne sous toit.*

Elle convient tout particulièrement à celui qui habite une maison seule, dont il est le maître absolu. Ce croquis donné par *World Radio* indique que sous le toit et dans le sens longitudinal de la maison, sont tendus, entre isolateurs, quatre fils parallèles ; les quatre extrémités d'un même bord sont réunies ensemble et à une descente d'antenne, constituée par un fil isolé, qui va traverser les plafonds successifs pour descendre jusqu'au poste récepteur.

Cette antenne d'intérieur offre cette supériorité qu'elle utilise toute la hauteur de la maison, autrement dit que la distance entre le fil horizontal et le poste lui-même est maxima. Quant au nombre de brins horizontaux d'antenne, il pourra évidemment varier ; au lieu de 4 on peut en mettre 6 si la longueur longitudinale de la maison est un peu faible ; on peut même tendre horizontalement et aussi haut que possible une toile métallique de cuivre remplaçant les brins horizontaux. Une telle antenne est évidemment tout à fait à l'abri des intempéries atmosphériques ; en outre, elle peut être facilement visitée.

2º *L'antenne mixte.*

Dans cette antenne, seule la partie horizontale est intérieure, placée dans une chambre, le plus haut possible, ou même sous le toit.

La descente d'antenne se fait extérieure.

On a donc à assurer un passage d'antenne de l'intérieur à l'extérieur au point le plus élevé, et un passage d'antenne de l'extérieur à l'intérieur au point le plus bas.

Il sera bon de prévoir un dispositif léger écartant l'antenne du mur, à mi-hauteur de la descente verticale, en prenant, bien entendu, toutes les précautions pour l'isolement.

Cette antenne sera employée lorsque, pour une raison ou une autre, on ne voudra pas ou on ne pourra pas faire traverser les plafonds intérieurs par l'antenne.

3º *L'antenne de frise.*

Si maintenant l'amateur, au lieu de pouvoir disposer en liberté absolue ou relative d'une maison entière, n'est que locataire d'un étage, et s'il veut cependant utiliser encore un dispositif d'antenne d'intérieur, il pourra encore tendre à la hauteur de la frise des boiseries ou des moulages intérieurs de sa chambre un fil isolé, en le disposant d'abord provisoirement pour voir sur combien de côtés et sur quels côtés le tendre ; puis il le fixera définitivement après essais. Il pourra également, s'il ne peut disposer de prise de terre, constituer un contre-poids avec quelques fils tendus près du parquet ou des fenêtres.

Dans tous les cas, on devra apporter le plus grand soin à écarter l'antenne des murs autant qu'il sera possible.

Comment construire un disque d'exploration correct. How to make an accurate Scanning Disc.), par A.-R. Knipe (*Television*. Vol. 2, nº 23. Janvier 1930).

L'un des organes les plus importants et aussi les plus délicats de l'appareil de télévision, telle qu'elle est actuellement pratiquée en Grande-Bretagne, c'est-à-dire dans le procédé Baird, est le disque d'exploration.

Ce disque comporte en effet 30 trous disposés en spirale. Ce sont ces trous qui vont laisser passer la lumière qui formera sur le sujet à téléviser la tache lumineuse dont l'intensité plus ou moins grande impressionnera la cellule photo-électrique.

Il importe que ces trous soient situés exactement à leurs places sur le disque.

Il faut notamment que la distance radiale qui sépare un trou d'un trou suivant soit exactement égale au diamètre de chacun de ces trous.

S'il n'en est pas ainsi, deux cas peuvent se présenter.

1º La distance radiale entre les deux trous est moindre que le diamètre de ces trous.

L'effet à la réception est qu'une bande orange apparaît sur l'image ; en effet, en vertu du principe même de la télévision Baird, une même région du sujet exposé est explorée deux fois successivement ;

2º La distance radiale entre les deux trous est supérieure au diamètre de ces trous.

L'effet à la réception est l'apparition d'une bande noire sur l'image ; en effet, dans ces conditions, il y a une zone du sujet à téléviser, qui ne sera jamais éclairée, ce qui est facile à déterminer ; à la réception, cette zone ne sera pas éclairée non plus, d'où apparition de la bande noire caractéristique.

L'auteur de l'article explique qu'il a été ainsi amené à rechercher la meilleure construction de disque, et, pour ce faire, il a dû imaginer un outil spécial. C'est cet outil qu'il décrit d'abord.

Ceci fait, il indique comment il procède aux opérations suivantes

a) Découpage d'un disque d'exploration

Digitized by Google

b) Traçage de 30 lignes radiales, distantes exactement l'une de l'autre de 12 degrés;

c) Traçage de la spirale des trous;

d) Perçage des trous.

Ce premier outil pourra d'ailleurs être amélioré, et les différentes opérations décrites ci-dessus devenir automatiques.

La Polarisation des Ondes Electromagnétiques, par R. L. Smith-Rose, D. Sc., Ph. D., A. M. I. E. E. (The Polarisation of Electro-Magnetic Wawes — *Television*, Vol. 2. Janv. 1930. N° 23).

L'auteur de cet article est bien connu de nos lecteurs ; il est l'un des membres les plus influents du Radio Research Board, mais, en même temps, il est peut-être dans le monde entier l'homme qui connaît le mieux, dans l'état actuel de la science, les phénomènes de propagation des ondes électromagnétiques.

Dans cet article, il étudie un phénomène particulier de cette propagation, celui de la polarisation. Cette étude est rationnellement coupée par un bon nombre de sous-titres, ce qui à la fois facilite la lecture, et permet d'en donner un compte rendu plus précis.

M. R. L. Smith-Rose part des théories, maintes fois citées par tous ceux qui ont entrepris de donner une base aux conceptions actuelles de la T. S. F., de Maxwell, qui il y a un demi-siècle imagina les ondes électromagnétiques, c'est-à-dire la propagation des forces électriques et des forces magnétiques dans le diélectrique en ligne droite et avec une vitesse fixée ; peu après on construisait la théorie électromagnétique de la lumière.

Hertz réussit à produire des ondes électromagnétiques de l'ordre de quelques mètres, mais encore grandement supérieures comme longueurs, aux plus longues ondes visibles, ou même à celles de l'infra-rouge.

L'ère des ondes courtes.

La technique de la T. S. F. obligea d'abord à diriger l'attention sur des ondes beaucoup plus longues et qui atteignirent bientôt 20.000 mètres ; mais, par un juste retour, la découverte de remarquables propriétés spécifiques des ondes courtes la ramena sur celles-ci ; on a réussi à concentrer en faisceau des rayons d'ondes électromagnétiques courtes dans les systèmes de communications radio-électriques actuellement en usage entre les points les plus éloignés de la terre.

D'autre part, la réalisation de la télévision a permis de qualifier l'appareil transmetteur de télévision, un changeur de fréquence, étant bien entendu qu'il s'agit cette fois de passer d'une fréquence d'ordre des ondes lumineuses à une fréquence d'ordre des ondes employées couramment en télégraphie sans fil ; l'appareil récepteur ou téléviseur est aussi un changeur de fréquence, mais qui fonctionne en sens inverse.

M. Smith Rose conclut de ces faits qu'il y a intérêt « à s'occuper dans cet article de l'une des propriétés optiques des ondes de T. S. F., à savoir la polarisation ». Et il promet de nous faire bénéficier des expériences qu'il a lui-même faites dans cet ordre d'idées.

Plans de polarisation des ondes électromagnétiques.

Il nous rappelle d'abord les définitions, pour éviter toute ambiguïté : « Une onde électromagnétique, qu'elle soit lumineuse ou radiotélégraphique, est dite polarisée quand les directions des forces oscillatrices de l'onde sont limitées à des plans définis ». Si, par exemple, la force électrique est limitée dans un plan vertical, l'onde est dite polarisée verticalement...

La force magnétique est d'autre part perpendiculaire à la force électrique, et la direction de la propagation perpendiculaire à la fois à la force électrique et à la force magnétique.

Polarisation de la lumière.

M. Smith-Rose rappelle alors les phénomènes de polarisation de la lumière, et les expériences classiques faites au moyen d'un cristal de tourmaline.

Polarisation des ondes émises par un oscillateur de Hertz.

L'auteur examine quel est le régime de polarisation des ondes émises par un oscillateur de Hertz, composé de deux tiges, terminées par deux petites sphères, entre lesquelles peut éclater l'étincelle.

Il considère d'abord un oscillateur, dont les deux tiges ont une direction verticale, et, après avoir tracé les champs électriques et magnétiques dans le voisinage, il les étudie à grande distance de l'oscillateur, c'est-à-dire dans les conditions mêmes où on se trouve dans la pratique.

Il montre « que le rayonnement maximum d'un oscillateur simple de Hertz, que l'on suppose osciller à sa longueur d'onde fondamentale ou au-dessus de cette longueur d'onde, se fait dans une direction horizontale, et que, dans cette direction, la force électrique est verticale, et la force magnétique horizontale ». Les ondes sont donc toujours polarisées verticalement.

Si, au contraire, on fait tourner l'oscillateur de 90°, si on l'amène à être horizontal, on démontre alors que les ondes émises sont polarisées horizontalement.

Polarisation des ondes de T. S. F. émises par une antenne.

Continuant son examen des systèmes émetteurs, l'auteur considère successivement une antenne formée d'un fil vertical, et une antenne formée d'un bras horizontal et d'un bras vertical. Dans les deux cas, il considère ces antennes comme la moitié d'un oscillateur, dont l'autre moitié serait formée par l'image des premières par rapport à la terre supposée infiniment conductrice.

Dans le premier cas, à quelque distance de l'antenne, et à la surface de la terre, la force électrique est verticale, la force magnétique horizontale et perpendiculaire à la direction de la propagation de l'onde. Dans le second cas, les forces électriques seront toujours polarisées verticalement, mais il n'y aura aucune onde polarisée horizontalement.

Effet de la conductibilité limitée de la terre.

Nous avons supposé que la terre était infiniment conductrice, qu'arrive-t-il si, comme cela est en réalité, nous supposons que la conductibilité de la terre est imparfaite. M. Smith-Rose montre que l'effet se traduit par une diminution dans une certaine proportion de la radiation de l'image du transmetteur ; mais que cette proportion est très faible, quelques pour cent seulement.

Dans la pratique, et pour des ondes comprises entre 200 et 500 mètres, la grande majorité des ondes émises par les stations de radiodiffusion est polarisée verticalement.

Vérification expérimentale de la théorie.

M. Smith-Rose lui-même a imaginé des appareils et des méthodes permettant de mesurer directement la direction des forces électriques et magnétiques en tous points du champ d'une antenne d'émission. Et maintenant, je cite l'auteur lui-même :

« Une série étendue d'observations exécutée avec ces appareils a montré que les radiations reçues des différentes stations de transmission sur des ondes variant de 20 à 12.000 mètres, sont très sensiblement polarisées dans un plan vertical, tant que la transmission se fait de jour et est exempte des phénomènes habituels de nuit ou atmosphériques. »

En réalité, l'inclinaison de la force électrique sur la verticale atteint au maximum 3°, et se fait dans le sens de la propagation.

La force magnétique reste horizontale.

Antenne en forme de bobines pour le rayonnement d'ondes polarisées horizontalement.

Pour essayer d'émettre des ondes polarisées horizontalement, l'auteur a utilisé d'abord une bobine comprenant 42 tours de fil, d'une hauteur de 3,30 mètres, et d'un diamètre de 2 mètres ; dans le fil passait un courant de 36 ampères.

Une telle bobine peut être considérée comme une source d'émissions ordinaires, analogues aux précédentes eu égard à sa hauteur, et par conséquent d'ondes polarisées verticalement, et aussi comme une bobine à axe vertical, de forte force magnétique aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, et les ondes émises étaient horizontalement polarisées.

A une distance de 16 kilomètres environ, c'est-à-dire en un point où les forces électriques et magnétiques étaient chacune une résultante des forces électriques et magnétiques de chacune des émissions, on peut recevoir sur antenne verticale ou sur bobine, mais les ondes analysées furent trouvées polarisées horizontalement.

Oscillateur de Hertz horizontal.

M. Smith-Rose dans le même ordre d'idées a fait une autre expérience en réalisant pratiquement un oscillateur de Hertz horizontal.

Les dimensions étaient : longueur 200 mètres, largeur 50 mètres.

Il mesura l'onde arrivant en deux points situés respectivement à 11,5 milles et 93 milles, et il trouva que cette onde était polarisée verticalement.

Comment l'expliquer ?

M. Smith-Rose rejette l'hypothèse que les composantes verticales de l'appareil en fussent responsables.

Il croit plutôt que, dans le voisinage de l'émetteur, les différents objets, arbres, charpentes métalliques, étaient excités par l'émetteur lui-même, et que ces appareils rayonnaient des ondes polarisées verticalement.

Conclusion.

Il en conclut qu'il n'est guère possible d'émettre des ondes polarisées horizontalement et se propageant à la surface de la terre, mais il réserve son opinion pour le cas où on projetterait vers le haut des ondes polarisées horizontalement, à un angle suffisant de hauteur au-dessus de la surface de la terre. Ces ondes pourraient d'ailleurs être à nouveau réfléchies vers la terre par la haute atmosphère, leur polarisation modifiée, et elles seraient détectées avec un récepteur ordinaire.

Nous n'avons pu donner qu'une idée de l'intérêt de cette étude, nous ne pouvons que recommander de se reporter à l'original, ainsi qu'aux études analogues déjà publiées par le même auteur.

Digitized by Google

LES BREVETS

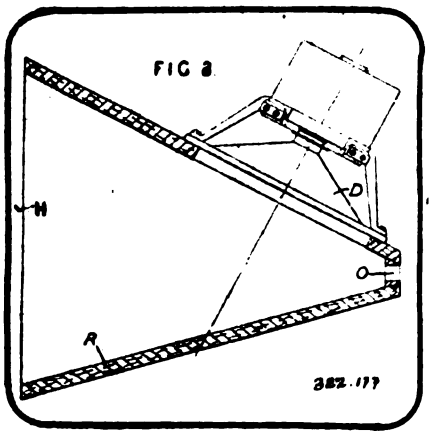
par Ch. FABER, *Ingénieur Radio E. C. P.*

Nous publions ci-dessous les caractéristiques essentielles des principaux brevets français et étrangers. Pour pouvoir en donner le plus grand nombre, nous sommes obligés d'en condenser la description et les dessins. Aux lecteurs qui désireraient des renseignements complets, nous pouvons fournir la copie entière des brevets qui les intéresseraient plus particulièrement.
S'adresser à M. Ch. Faber au Service des Brevets de " Radioélectricité et Q S T Réunis ", qui fournit gratuitement tous renseignements sur les questions de brevets, marques ou modèles.

BREVETS ANGLAIS

N° 322.177. COLUMBIA GRAMOPHONE C°. — HAUT-PARLEUR.

Un dispositif reproducteur de sons comporte un diaphragme D actionné électro-magnétiquement et une chambre acoustique d'amplification H sur une paroi de laquelle est monté le diaphragme de manière à projeter le son sur une surface réfléchissante disposée

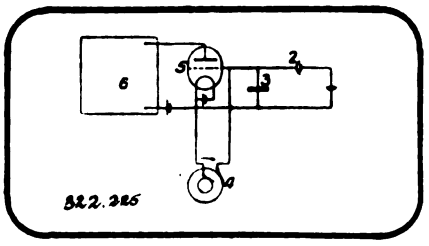


à l'intérieur ou formant une paroi R de la chambre acoustique. L'extrémité étroite O de la chambre H est ouverte pour éviter toute résonance et le réflecteur R est, de préférence, placé à 45° de l'axe du cône. La chambre acoustique et le réflecteur peuvent recevoir d'autres formes.

N° 322.225. WRIGHT et SMITH. TÉLÉVISION.

Le débit d'une cellule photo-électrique 2 est rendu intermittent au moyen d'un commutateur 4 qui la court-circuite à la fréquence voulue de manière à faciliter l'amplification par la valve 5 et le système amplificateur 6, un condensateur de shunt étant également prévu.

Le commutateur 4 peut être rotatif et tourner synchroniquement avec le disque obturateur d'un appareil de télévision comportant la cellule 2 de manière

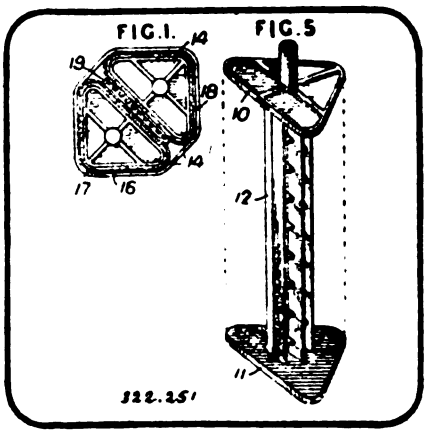


que la fréquence d'intermittence soit proportionnelle à la fréquence d'obturation.

N° 322.251. I. et G. FULLER. — ELECTRODES.

Des électrodes d'accumulateurs du type bloc comportent des coins arrondis 14. Les électrodes sont de forme triangulaire, semi-circulaire, etc..., et comportent des pièces extrêmes 10, 11, réunies par un corps 12 supportant la matière active.

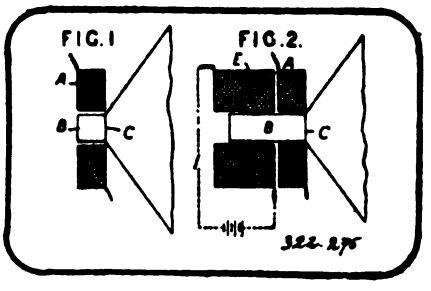
Deux ou plusieurs électrodes sont disposées l'une contre l'autre comme représenté Fig. 1 pour former une batterie. Elles peuvent être entourées d'un isolant 16 et d'une enveloppe perforée



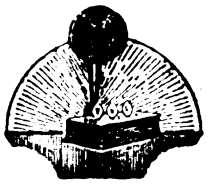
en celluloïd 17 et séparées par des séparateurs 19. Une bande de caoutchouc maintient les électrodes ensemble.

N° 322.275. E. H. SUMNER. — HAUT-PARLEUR.

Le diaphragme C d'un reproducteur de sons comporte une ou plusieurs armatures B qui se déplacent longitudinalement dans un ou plusieurs solénoï-



des A uniquement sous l'influence dynamiques exercée par les solénoïdes. Un flux peut être maintenu par un solénoïde auxiliaire E réglable par rapport au solénoïde A. Fig. 2.



Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 34 — Février 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde, suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1.500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin, du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcasting Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P. T. T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

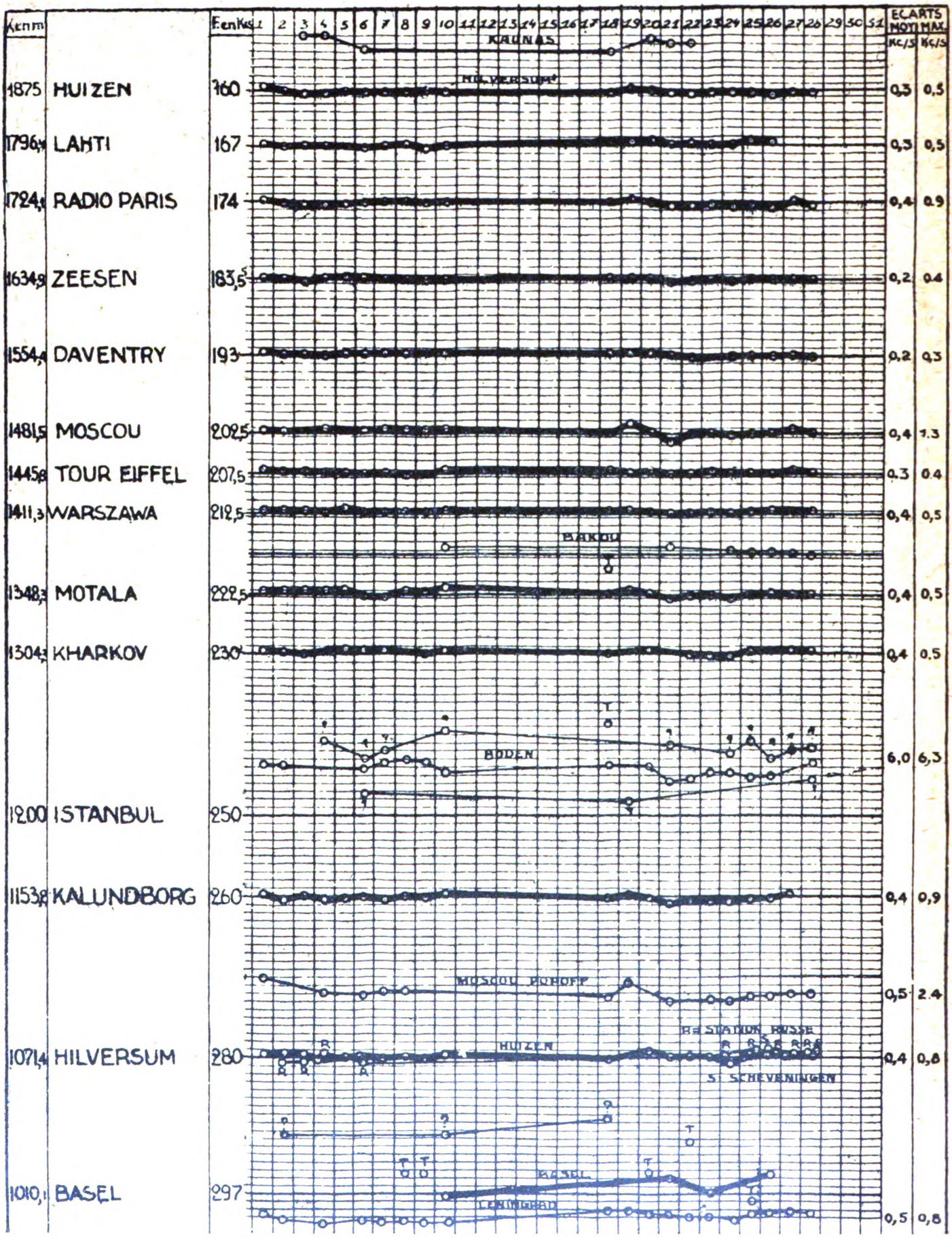
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 mars 1930.

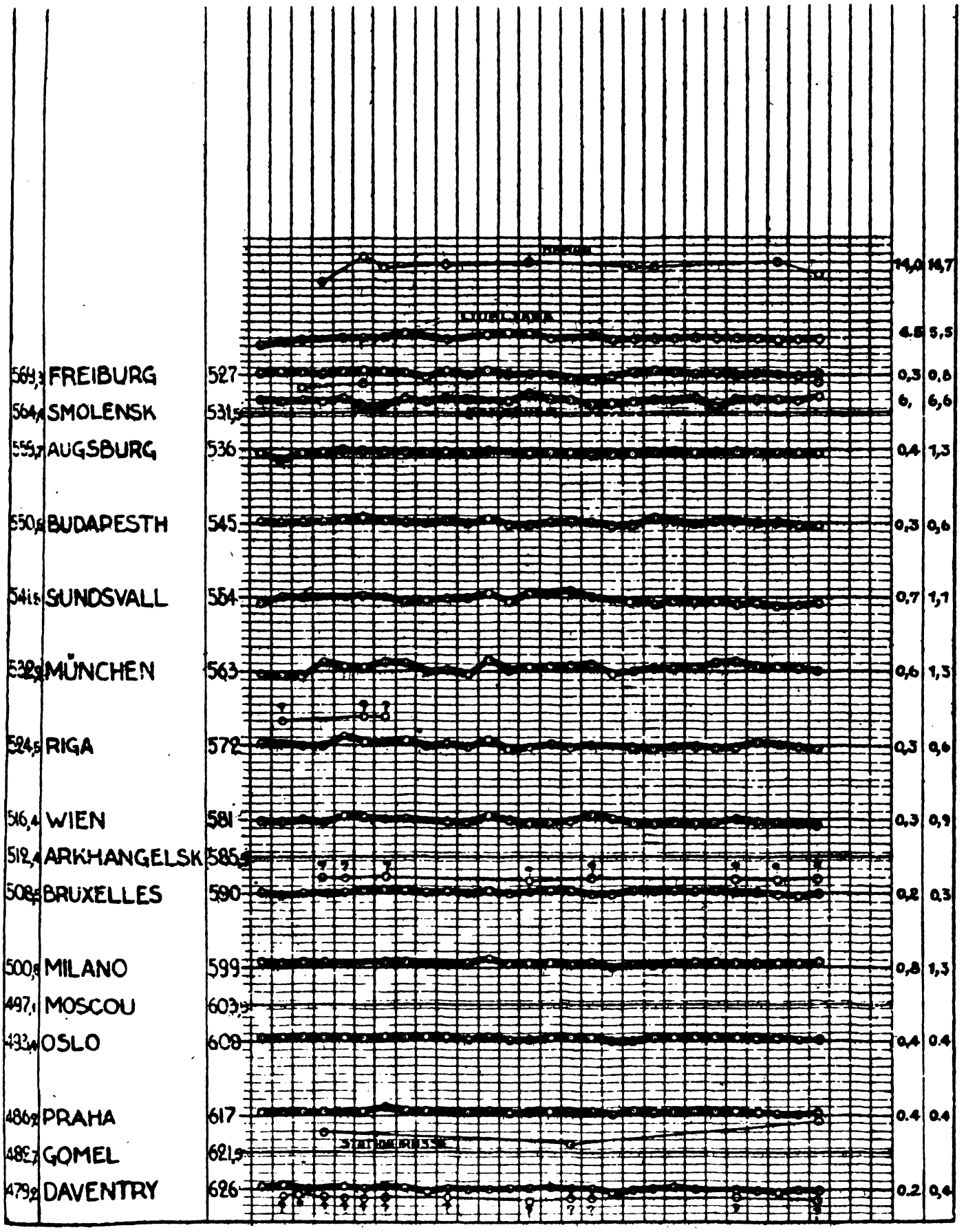
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

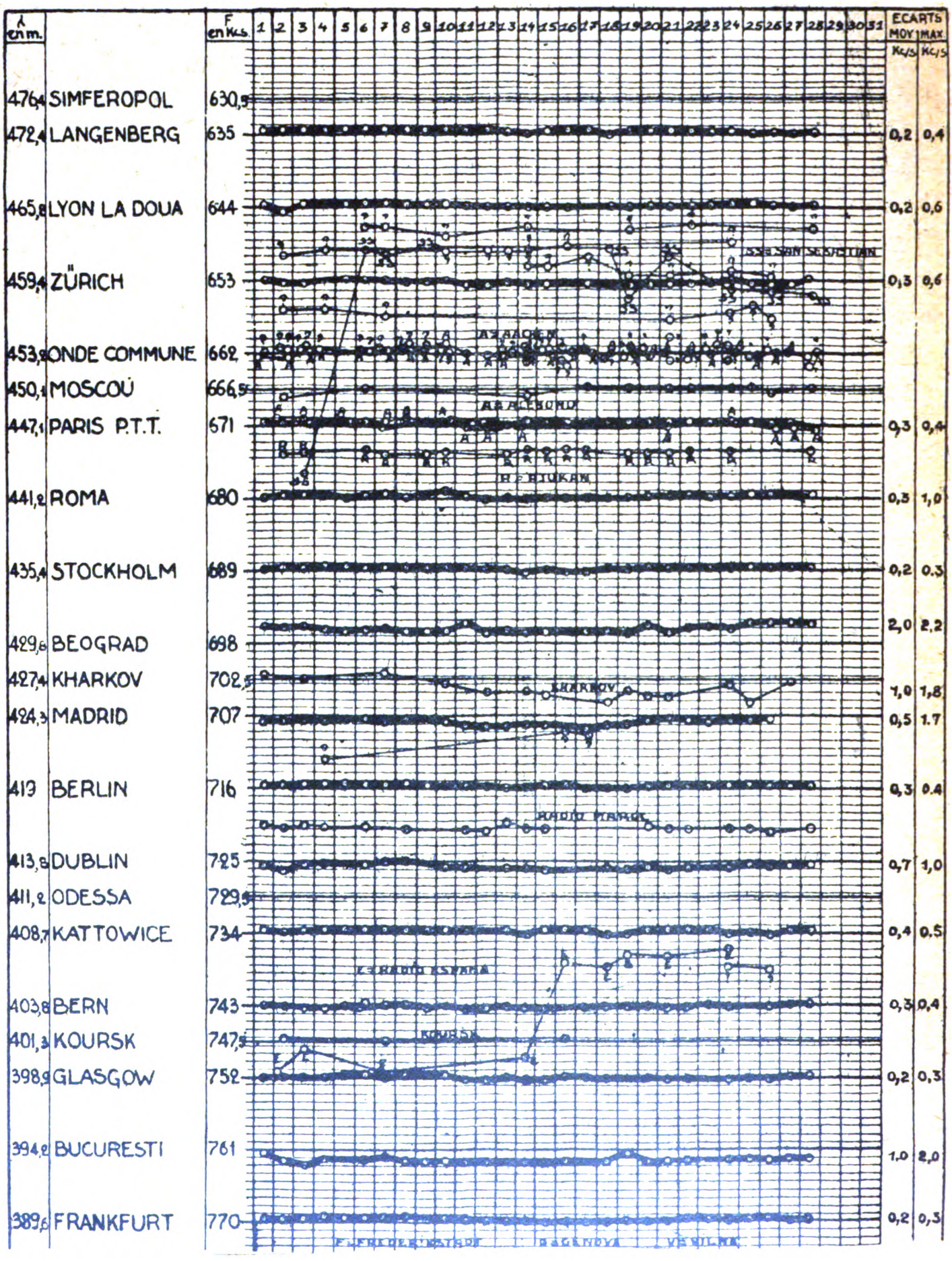
Digitized by Google



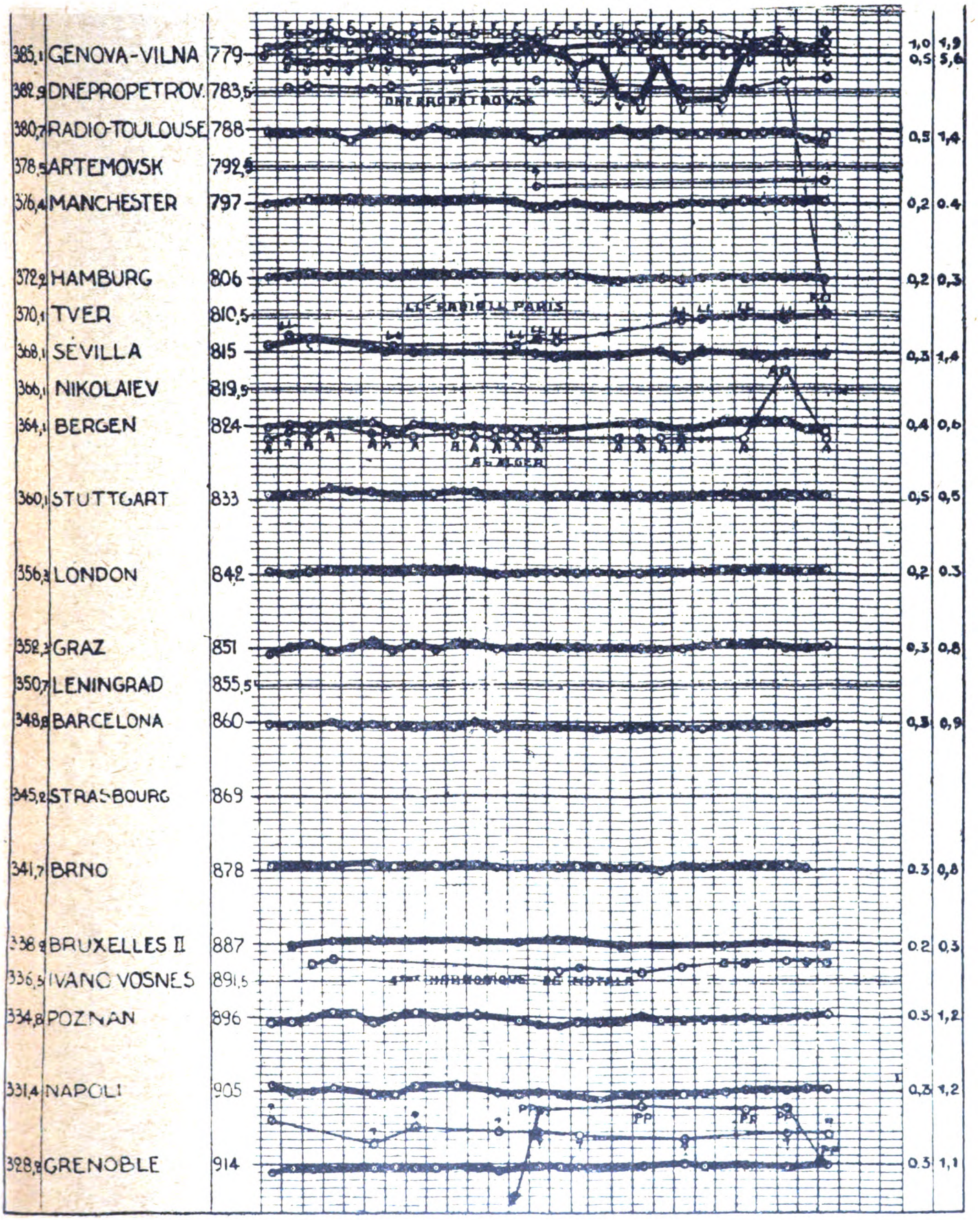
Digitized by Google



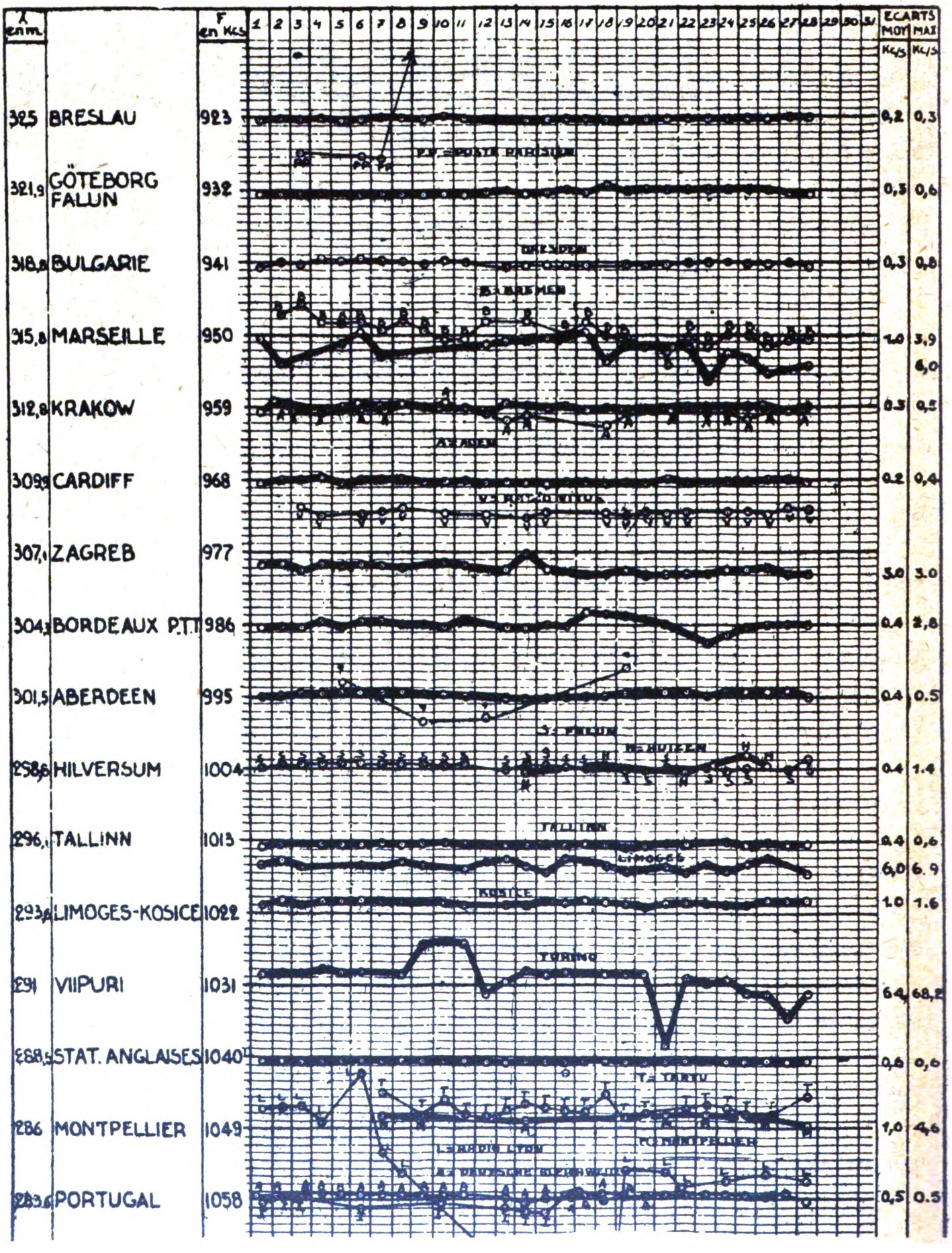
Digitized by Google



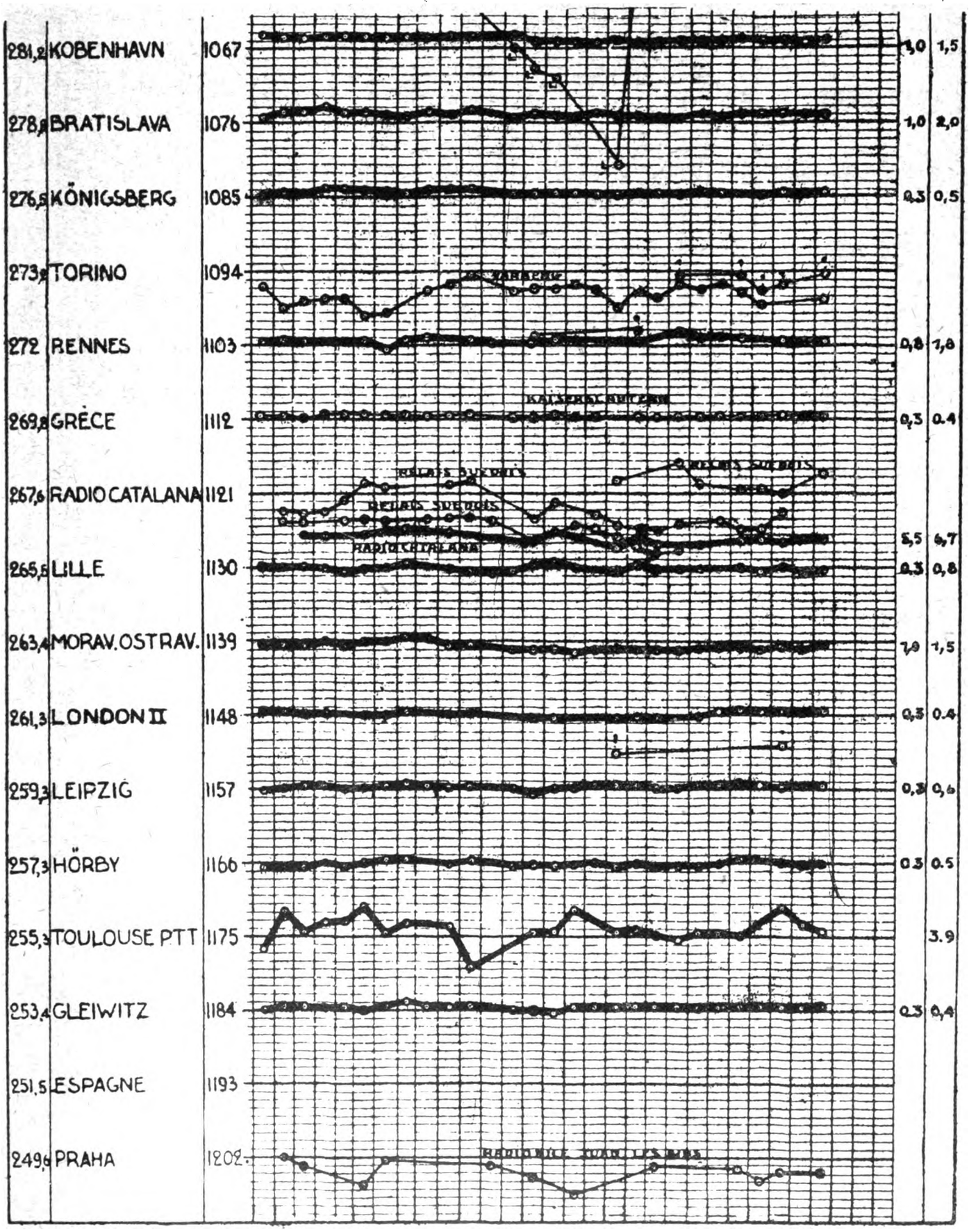
Digitized by Google



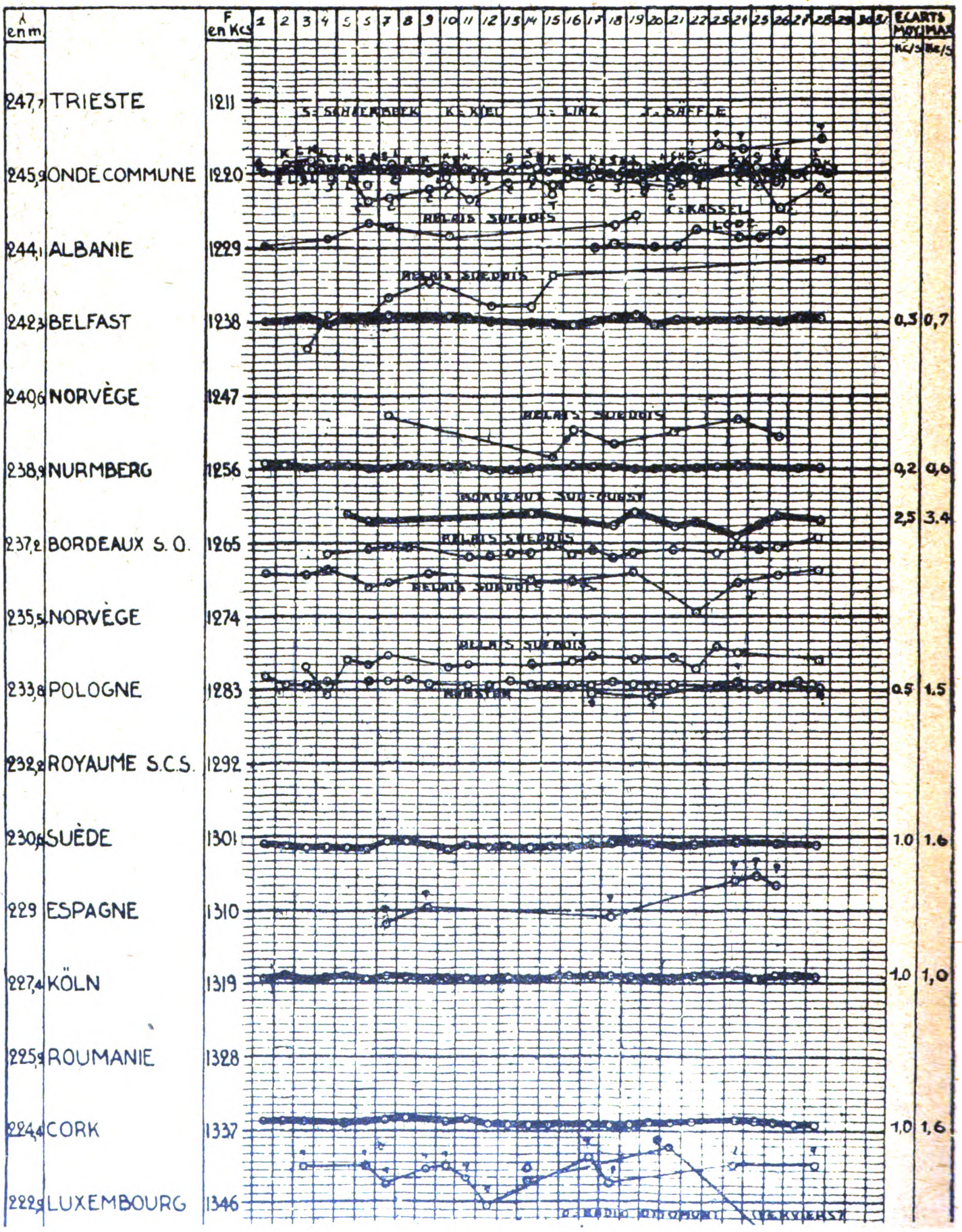
Digitized by Google



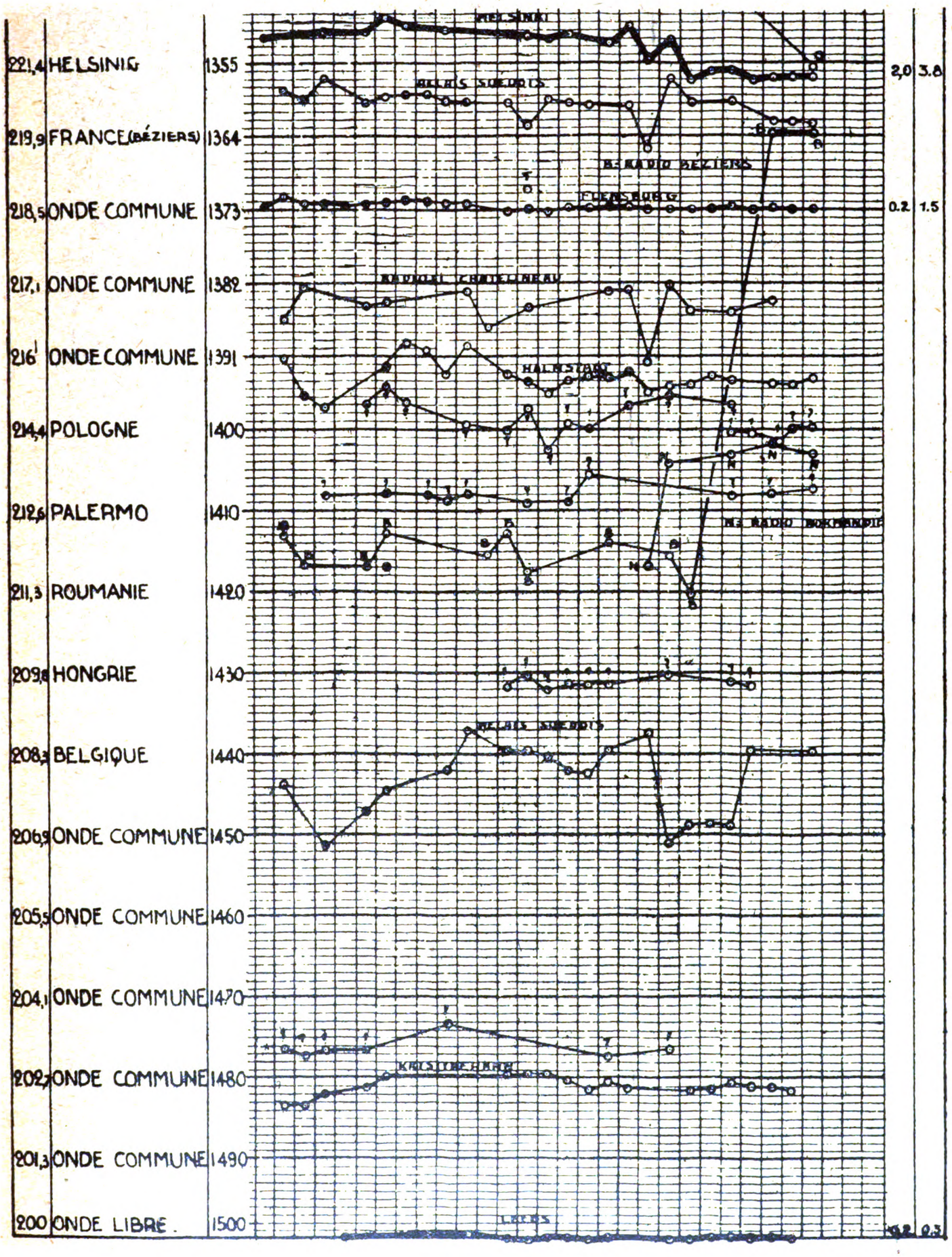
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Un nouveau transformateur "GAMMA" à deux circuits accordés Type 2030

Le succès et l'estime qui ont accueilli notre transformateur à deux circuits accordés couplés de façon à réaliser une courbe de passage de bande de fréquences nous ont incité à progresser dans cette voie et à offrir différents types d'appareils mieux adaptés aux besoins divers de la technique actuelle que ne peut l'être un transformateur de modèle Standard.

QUE RECHERCHONS-NOUS ?

Si vous avez fait des essais sur l'amplification Haute-Fréquence, vous avez certainement remarqué le fait suivant : au fur et à mesure que l'on ajoute des étages Haute-Fréquence, les chances de réaction croissent, l'amplification apportée par le dernier étage diminue et la distorsion augmente.

Concluez donc avec nous que des circuits qui sont parfaits pour deux étages accrochent trop pour trois étages et qu'inversement, des circuits étudiés pour être à la limite d'accrochage avec trois étages seront trop éloignés du maximum de rendement quand on les fera fonctionner sur deux étages seulement.

REACTION ET DISTORSION

C'est un fait bien connu que la réaction apporte une distorsion due à l'énorme amplification dont profite une fréquence privilégiée.

Dans le cas de transformateurs régis par un potentiomètre, les conditions d'accrochage sont principalement données par des capacités internes des lampes et les caractéristiques des circuits.

Ceci posé, si nous admettons une certaine capacité interne de la lampe, nous pouvons établir des circuits tels que l'appareil soit presque à la limite d'accrochage lorsque le potentiomètre est au moins 4.

Le transformateur présenté au dernier Salon, que nous désignerons dorénavant sous le nom de type 4050, est établi pour donner la limite d'accrochage pour 3 étages M. F. avec des lampes du type normal A. 410 N et similaires.

Notre nouveau transformateur type 2030 donne au contraire la limite d'accrochage pour 2 étages M. F.

Mais, direz-vous, que se passera-t-il si nous mettons sur un même poste des transfos de diverses catégories? Absolument rien d'anormal, sinon que le remplacement d'un transfo 4050 par un 2030 changera la limite d'accrochage, le transfo 2030 augmentant la tendance à l'accrochage.

Si, par exemple, vous montez 3 M. F. avec des 2030, la réaction va se produire vers le dernier tiers du cadran du potentiomètre et vous vous apercevrez alors que la pureté est moins grande que lorsque vous aviez employé 3 transfos 4050.

Si, au contraire, vous montez 2 M. F. avec des 4050, vous risquez d'être trop loin de la limite d'accrochage et le rendement ne sera pas celui que vous aviez avec les 2030.

En résumé : Pour 3 M. F., prenez des transfos GAMMA 4050.
Pour 2 M. F., prenez des transfos GAMMA 2030.

POURQUOI NOUS PORTONS TANT D'ATTENTION A LA LIMITE D'ACCROCHAGE

La réaction par potentiomètre fonctionne par suite des courants de grille produits par l'élévation du potentiel de la grille au-dessus du point du potentiel le plus faible du filament. Toutes les fois que le point d'accrochage correspondra à un potentiel élevé, par exemple deux volts au-dessus du — 4, il y aura un courant grille important, l'amplification totale du poste sera surtout due à la réaction et il y aura distorsion.

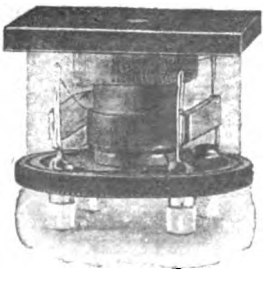
D'autant plus que vers cette valeur le courant de grille varie très vite et apporte une cause supplémentaire de déformation.

Nous considérons qu'un bon amplificateur doit donner son rendement en faisant passer *sans perte et avec le maximum d'efficacité* l'énergie produite dans chaque circuit plaque sur le circuit grille suivant, les circuits des transfos étant tels qu'il n'y ait presque pas d'accrochage sur la totalité de l'amplification. Tout amplificateur qui doit la majeure partie de son rendement à une réaction nous paraît une erreur complète. En poussant les choses jusqu'à l'absurde, que diriez-vous d'une réaction sur la B. F.? Et pourtant n'est-elle pas la raison qui fait qu'un amplificateur B. F. peut s'amorcer dans certains cas?

C'est donc pour obtenir ce rendement maximum du passage de l'énergie du circuit plaque d'une lampe au circuit grille de l'autre que nous avons employé le meilleur système connu : deux circuits accordés couplés. Devons-nous dire que nous n'avons inventé ni les circuits accordés, ni le couplage, ni enfin la T. S. F.?

Notre mise au point consiste seulement à utiliser ces données théoriques pour un cas particulier.

Du reste, une fois en présence de deux circuits accordés, il devenait absolument évident qu'il fallait s'en servir comme transformateur de bande. Le couplage « optimum » étant légèrement dépassé, la bande de fréquence amplifiée par le transfo s'élargit tout en gardant des branches presque verticales qui assurent une sélectivité parfaite. C'est d'ailleurs le meilleur moyen de concilier deux exigences généralement considérées auparavant comme inconciliables.



Transformateur Moyenne Fréquence Type 4050 .	37 50
Transformateur Moyenne Fréquence Type 2030 .	37 50
Oscillateur	55 »
Oscillateur C. I. à contacteur de cadre	69 50

Pour tous vos montages utilisez les condensateurs fixes **Gamma** (mica et cuivre rouge). — Notices et schémas sur demande.

GAMMA — 16, rue Jacquemont — PARIS

Digitized by Google

11e Année | No 74 | MAI 1930

RADIOELECTRICITE ET -QST- FRANÇAIS

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS :
France et Colonies.. .. .. 70 fr. par an
Étranger .. .. 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITÉ :
53, rue Réaumur, PARIS (2e)

TÉLÉPHONE :
Richelieu 88-27
Louvre 03-72

Sommaire :

	Pages
Le centenaire de l'Algérie	2
Les communications télégraphiques entre la France et l'Algérie (J. BARRÉ)	3
Un problème d'astronomie (Général CARTIER)	6
Les accumulateurs (P. OLINET)	8
La machine à courant continu (J. GRANIER, *docteur ès sciences*)	10
Etude élémentaire du fonctionnement des différents montages changeurs de fréquence *(Suite)* (Y. DOUCET)	17
Un ondemètre hétérodyne type grande capacité (André PLANÈS-PY)	25
Le gaz dans les lampes thermoïoniques (Alexandre KIRILOFF, *ingénieur radio E. S. E.*)	27
Théorie d'un nouveau système d'amplification à basse fréquence (P. OLINET)	30
Bobines de self. Transformateurs (J. GRANIER, *docteur ès sciences*)	36
Le S. S. 74 (R. LEPESQUEUR)	40
Dix ans d'étude du Radio Research Board (Léon de la FORGE)	43
A travers la presse étrangère	46
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	51

Reproduction interdite pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision.

Digitized by Google

LA PLUS GRANDE FRANCE

Le centenaire de l'Algérie

Sous ce titre la rédaction du *Q S T* croit nécessaire de mettre en lumière l'effort accompli tant dans l'électricité que dans le domaine des transmissions réalisé par la France dans ses possessions d'outre-mer.

Le lecteur trouvera donc ici un exposé des questions y relatives et successivement seront traitées : l'Algérie (à laquelle le centenaire donne la priorité) puis le reste de l'Afrique du Nord, l'Indochine, Madagascar, etc...

La lumière de la pensée française atteint sa plus grande portée dans cette Afrique du Nord qui ne saurait déparer l'ensemble latin de la douce France. On ne saurait oublier, surtout aux heures actuelles, le prodigieux effort que nous y avons accompli. Si cet effort n'atteint pas en Algérie le maximum réalisé au Maroc — qui étonne les citoyens de la libre Amérique et sur lequel nous aurons l'occasion de revenir — il a paru indispensable à la rédaction du *Q S T* de décrire les plus nouveaux progrès réalisés dans le domaine de l'électricité en ce pays d'Allah, paradis — à condition de le couvrir d'engrais — ayant tant de traits communs — même pour les dévastations aquatiques — avec le Midi de notre pays.

Quand on débarque à Alger, venant, soit par hydravion, soit par courrier, de la France, la première sensation est bien inattendue. Je ne parlerai point des merveilleux aperçus que le touriste peut avoir du Pont du Timgad en vue d'Alger la Blanche. C'est hors de cet article. Mais, la passerelle franchie, on ne saurait être frappé de l'unité du quai sur lequel on déambule avec celui que l'on a quitté à la Joliette de Marseille. Même foule ambulante, cosmopolite, mais essentiellement latine tachetée seulement de touristes saxons; mêmes cris, même exubérance, même ciel, même eau. C'est bien la suite logique de la France du Sud.

Lorsque la conquête militaire nous eut donné la région d'Alger, on n'aurait pu prévoir un tel succès. On ne saurait pourtant ne pas se demander ce qui serait advenu si cette action avait pris place 50 ou 60 ans plus tôt...

La mise en œuvre dans tous les domaines peut permettre d'affirmer que si les Romains ont laissé en Afrique du Nord des monuments impérissables de leur génie (au propre pour l'art mis en œuvre dans ces réalisations; au figuré, car ils furent bien le fait des légions militaires) nous en sommes restés dignes malgré qu'on puisse nous discuter cette exécution testamentaire.

Comme pour mieux marquer notre empire sur cet élément presque métropolitain, pour mieux en inscrire sur le sol notre devoir d'y maintenir le flambeau de notre pensée, après que Garros eut, par sa traversée de la Méditerranée, en quelque sorte soumis son ciel bleu, l'*Edgar-Quinet* monte, sur les rocs avancés, une garde éternelle. Pour mieux convaincre les gens qui nous accusent d'impérialisme, n'est-ce pas d'ailleurs une sentinelle désarmée, puisque les canons ont été enlevés !

Tout ceci m'amène à entreprendre par un rapide exposé de faire le point pour mieux montrer où nous en sommes sur cette terre qui a prodigué ses fils pour notre défense tant en Flandre qu'en Champagne sous les cieux gris et les terres assoiffées.

Le lecteur trouvera donc ci-dessous un exposé de ce qui a trait à la liaison par câbles entre la France et l'Algérie ; dans le prochain numéro l'expansion de l'électricité et de la T. S. F. sera décrite.

UN AUTRE CENTENAIRE

Celui de l'indépendance de la Belgique

Pour justifier le domaine que le *Q S T* a fait le sien depuis de nombreuses années et qui a été apprécié de tous les lecteurs, il me semble indispensable de donner dans ces pages un exposé de la réalisation de ce qui a trait tant à la radioélectricité qu'à l'électricité seule dans ce merveilleux pays — symbole mondial de la vie intellectuelle.

L'abondance des matières nous oblige à ne commencer cette analyse que dans le prochain numéro, on y trouvera une étude documentée tant sur la radiodiffusion que sur les industries électriques en Belgique.

Il faut situer de suite le point où cette vaillante nation en est. Pour cela, il me suffira d'évoquer la remarquable utilisation des minerais contenant du radium extrait du Katangua. Etant donné le prix de transport, il est apparu comme absolument indispensable de tirer parti des résidus: ceci a donné naissance à une très remarquable industrie du cuivre et du cobalt, industrie qui sera exposée dans ces colonnes sous peu.

Digitized by Google

Les communications télégraphiques entre la France et l'Algérie

par J. BARRÉ

HISTORIQUE

L'ALGÉRIE est à l'ordre du jour — un peu partout on parle du centenaire du débarquement du premier corps expéditionnaire à Sidi-Ferruch, prélude de la colonisation; des personnalités civiles et militaires sont décorées à cette occasion; les membres du gouvernement vont se rendre à Alger. Mais si l'on s'en était tenu à la conquête militaire ou même à la pénétration pacifique, l'Algérie n'aurait jamais été qu'une colonie, au même titre que les territoires les plus éloignés. Pour qu'elle devînt la France d'outre-Méditerranée, il fallut que cessât l'isolement entre les colons et la mère-patrie, c'est-à-dire que les communications fussent aisées et rapides. C'est bien ce qu'avaient compris les chefs de la France, puisque c'est en 1854, seulement trois ans après la pose couronnée de succès, du câble France-Angleterre, que furent entrepris les travaux de pose d'un câble franco-algérien. D'ailleurs ce n'était pas uniquement dans un but commercial, ou pour donner un soutien moral aux colons que fut étudié ce projet, mais aussi dans un but politique, car il était de toute première importance, pour parer à tout imprévu, que le gouverneur de la colonie fût en relations immédiates avec ses chefs suprêmes.

Malheureusement les travaux n'allèrent pas aussi vite qu'on l'espérait. On était à cette époque plein d'enthousiasme pour ce nouveau moyen de communication. Le premier câble, reliant la France à l'Angleterre, avait pleinement répondu aux espoirs fondés sur lui, et, semblait-il, il n'y avait aucune raison que ce qui avait réussi sur 30 kilomètres ne réussît pas sur 800. Toutefois, avant d'entreprendre des travaux d'aussi grande envergure, il parut plus prudent de se servir du chemin jalonné que constituaient la Corse et la Sardaigne — c'est ce tracé que suivit le premier câble. En 1854 furent installés les tronçons La Spezzia-Corse et Corse-Sardaigne. Ce n'est qu'en 1857 que fut immergé le tronçon Sardaigne (Cagliari-Bône), réalisant pour la première fois la liaison télégraphique entre la France et l'Algérie, par l'intermédiaire de l'Italie, il est vrai. Le succès de ce câble fut complet, au début tout au moins, car au bout d'un an à peu près, il refusa tout service dans le tronçon Cagliari-Bône. Ce ne fut pas du travail perdu, car les travaux de pose avaient donné de précieux renseignements tant sur la constitution du fond de la mer et ses courants que sur les méthodes à suivre pour l'immersion aux grandes profondeurs. On commença à étudier sérieusement les plans des navires destinés spécialement à ce but, et on établit les principes fondamentaux des délicates opérations de pose, de vérification et de réparation.

Quelques années après, en 1860, on entreprit la réalisation d'une liaison-directe Marseille-Alger, soit à peu près 800 km. Les opérations se déroulèrent d'abord normalement, puis, par suite d'une violente tempête, les navires mouilleurs de câble durent renoncer à leur tâche alors qu'ils touchaient presque au but, et le câble fut perdu. On tenta par la suite de le repêcher, mais les grandes profondeurs rencontrées à cet endroit firent que le tronçon déjà ramené à la surface se rompit sous son propre poids, et on renonça pour un temps à la liaison directe. Pour ne pas perdre le bénéfice des travaux ainsi interrompus, un des tronçons fut relié au câble Espagne-Baléares, et pour la seconde fois, la France fut réunie à l'Algérie, mais toujours en passant par l'étranger.

De graves incidents s'étant produits au sujet du droit que prétendait avoir l'Angleterre de contrôler les câbles étrangers utilisant ses possessions comme points d'atterrissage intermédiaires, et d'autre part la nécessité de relations sûres et rapides se faisant de plus en plus sentir, d'autres tentatives de liaison directe furent faites dans la suite, mais n'aboutirent pas, soit par suite d'avaries aux navires câbliers, soit pour tout autre cause. Il fallut attendre jusqu'en 1871 pour voir un câble Marseille-Alger entièrement posé. La technique ayant enfin trouvé sa formule définitive, en 1879 et en 1880 deux autres câbles furent posés entre Marseille et Alger, puis, plus tard, entre Marseille et Oran, et Marseille et Bône. Pour s'affranchir de la sujétion de passer par l'Italie pour communiquer avec la Corse et la Tunisie, un câble Marseille-Ajaccio et un câble Marseille-Tunis furent immergés. D'autre part tous les ports de la côte africaine furent reliés par des câbles côtiers, qui complétèrent le réseau tel qu'il existe de nos jours, et qui est représenté sur la carte (fig. 1).

CONSTITUTION ET EXPLOITATION DU RÉSEAU

Le perfectionnement des méthodes d'installation fut accompagné d'une évolution parallèle dans la constitution des câbles.

Le premier était en effet simplement constitué d'un conducteur de cuivre recouvert d'une épaisse couche isolante de gutta-percha. Sa résistance très faible à tous les agents de destruction ne lui assura qu'une vie très courte, et l'on en vint rapidement à la conception de câbles protégés par des enveloppes métalliques, ce qui est le type des lignes sous-marines modernes.

Le premier câble franco-algérien avait une section uniforme sur toute sa longueur et pesait environ 4 tonnes au mille (1.852 m.). Les incidents qui se produisirent lors des tentatives de repêchage aux grandes profondeurs firent que l'on adopta par la suite des câbles hétérogènes, plus lourds dans les hauts-fonds et au voisinage des côtes qu'en pleine mer. Le câble Marseille-Bône, par exemple, repose sur la majeure partie de sa longueur sur des fonds de 2.000 à 3.000 mètres ; il est constitué à ces endroits de câble de « grand fond » pesant 2 tonnes et demie au mille ; pour des profondeurs plus faibles et à mesure qu'on se rapproche des côtes, on emploie des « intermédiaires » pesant 5 tonnes au mille, de « gros intermédiaires » (7 tonnes), des câbles côtiers (10 tonnes) et des câbles d'atterrissage (15 tonnes). Les différences de poids sont obtenues par des combinaisons variées d'enveloppes protectrices, sans jamais toucher au conducteur proprement dit. Il est bien évident, par exemple, qu'un câble d'atterrissage doit être plus robuste qu'un câble de grand fond, car il doit résister à l'action très violente des

Digitized by Google

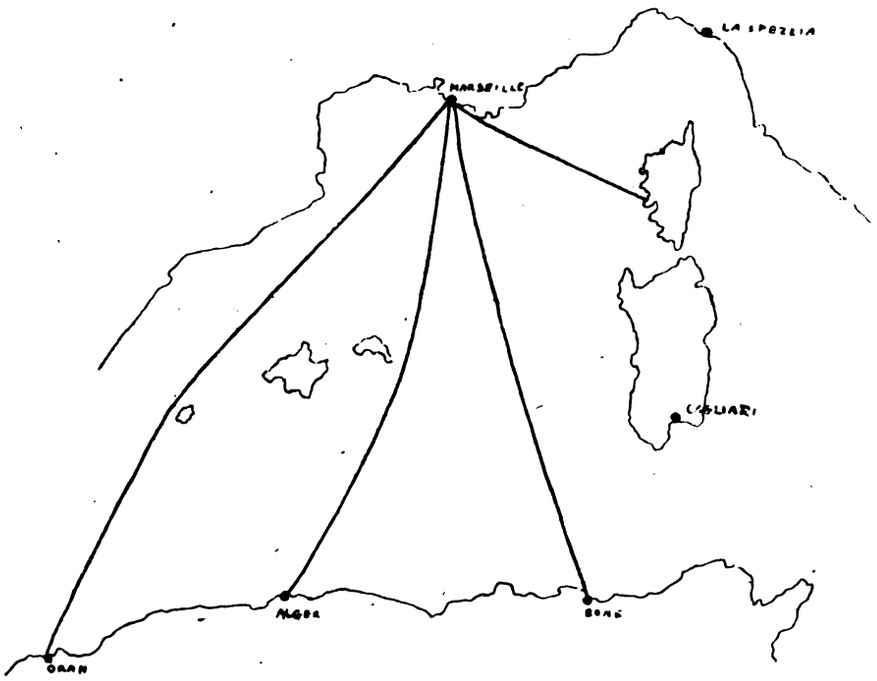


Fig 1.

vagues et des rochers côtiers. D'autre part un câble de grand fond doit pouvoir être relevé sans risquer de se rompre sous son propre poids, comme cela était arrivé au début ; ce sont des considérations analogues qui ont amené à prendre des câbles légers aux grandes profondeurs, et lourds au voisinage de la surface. La constitution d'un de ces câbles est schématisée par la figure 2, représentant une canalisation à un seul conducteur. Autrefois on avait envisagé la pose de lignes à 2 ou 4 conducteurs, pensant ainsi augmenter le rendement de la transmission. Pratiquement, ces câbles n'ont pas donné de bons résultats, l'isolement entre ligne n'étant jamais parfait, et ce système fut abandonné. D'autant plus que l'exploitation en multiplex fit regagner, et au-delà, ce que l'on croyait avoir perdu.

La transmission des dépêches se fait au moyen de signaux morse, mais les émissions de courant ont lieu dans les deux sens, un sens correspondant aux points et l'autre aux traits. La manipulation est, soit manuelle, au moyen d'un manipulateur à deux touches, soit automatique, par des transmetteurs Wheatstone. La réception se fait au moyen d'un galvanomètre, suivant le principe du siphon recorder de Lord Kelvin, mais l'impression peut se faire au moyen de récepteurs-traducteurs genre Creed, commandés par le galvanomètre au moyen de relais. Comme moyen de secours, la réception par siphon est toujours possible.

Le rendement des câbles a été fortement amélioré par l'exploitation en duplex, permettant la transmission simultanée de deux messages en sens inverse. Mais pour obtenir ce plein rendement, il faut surveiller attentivement l'état du câble, car de multiples causes peuvent en empêcher le fonctionnement. C'est ce dont nous allons parler maintenant, ainsi que des réparations à effectuer.

ENTRETIEN DES CABLES

Malgré toutes les précautions prises lors de la fabrication ou de la pose, il arrive, et même assez souvent, que des défauts d'isolement se produisent entre le conducteur et la mer, ou même, à la suite de grands phénomènes météorologiques, des ruptures de conducteur.

La réparation de ces accidents est une opération toujours délicate, car en pleine mer les conditions sont bien différentes de celles qui se présentent pour les autres canalisations.

L'opération la plus importante est celle de la localisation des défauts. Elle ne peut se faire qu'à un point d'atterrissage, généralement une des extrémités, et doit être effectuée avec une précision méticuleuse, car la moindre erreur peut entraîner des pertes de temps et d'argent considérables.

Pour la commodité des essais, le câble est divisé en un certain nombre de sections, définies chacune par la distance qui sépare deux épissures, et l'ensemble est porté sur une carte, où les sectionnements sont indiqués par leurs coordonnées et leurs caractéristiques électriques. Toutes les semaines, il est procédé à des essais, dont les résultats sont consignés sur un *Journal du câble*, au moyen duquel on peut suivre toutes les variations de l'état du conducteur. Dès qu'un défaut est signalé, le poste d'essais, au moyen d'une méthode basée sur l'emploi du pont de Wheatstone, mesure la résistance de la portion comprise entre lui et le défaut, d'où il est facile de déduire la distance supposée du point où devra être effectuée la réparation. Pratiquement, à cause de l'influence d'effets parasites, tels que la polarisation du conducteur par l'eau de mer, les courants telluriques, etc..., on arrive à localiser le défaut à 1 ou 2 milles près.

En principe, toute réparation doit être effectuée d'urgence ; mais en pratique, c'est l'état de la mer qui en fixe la date. Dans l'hémisphère Nord, les travaux ne peuvent être effectués que de mai à octobre. Si un accident, qui ne soit pas une rupture de conducteur, arrive pendant le reste de l'année, le câble est exploité en simplex, et les travaux remis au mois de mai suivant.

Par qui sont effectuées les réparations ? Par des navires spécialement aménagés dans ce but, les câbliers. Ce sont des bateaux de faible tonnage, généralement 4 à 5.000 tonnes, pourvus de tous les appareils de mesure et de manutention nécessaires, et capables de tenir la mer pendant plusieurs mois. La France n'en possède que quatre, deux appartenant à l'Administration des P. T. T., et deux à la Compagnie des Câbles télégraphiques. Ils ne sont d'ailleurs pas du dernier modèle, puisque le plus récent d'entre eux, l'*Edouard-Jéramec* a été

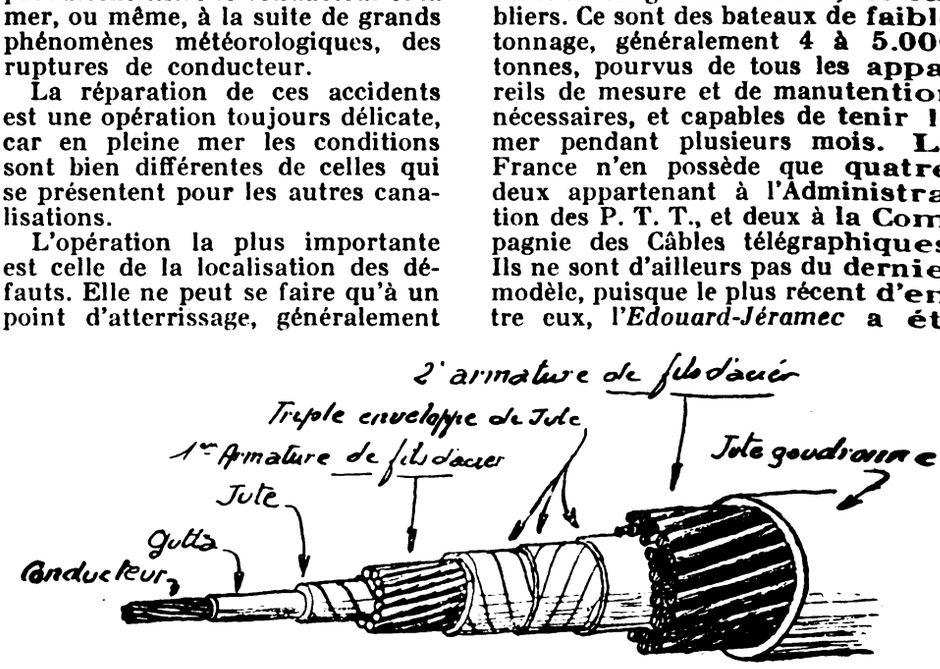


Fig. 2.

Digitized by Google

lancé en 1913 ou 1914. C'est peu, surtout si l'on compare à la cinquantaine de bateaux - câbliers étrangers répertoriés au Lloyds.

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces navires, et nous exposerons rapidement les méthodes employées pour la recherche et la réparation des câbles. Dès réception de l'ordre, le capitaine du câblier appareille et se rend au point qui lui a été fixé par ses coordonnées. Ceci, en passant, exige la mise en œuvre des méthodes de navigation les plus précises qui soient. Arrivé à cet endroit, il mouille une bouée, qui lui servira de repère pour ses opérations de dragage ; il fait un sondage, afin de connaître la profondeur exacte et la nature du fond de la mer, puis il mouille un grappin, qu'il traîne suivant une direction perpendiculaire au tracé de la ligne. Les grappins employés ne sont d'ailleurs pas d'un modèle uniforme : on ne peut guère en effet utiliser le même appareil sur un fond sablonneux, où le câble s'est enlisé, et sur un fond rocheux, où il faut éviter que le grappin ne saute ou ne s'engage ; on se sert généralement de grappins à plusieurs séries de pattes, qui peuvent successivement saisir le câble, lorsqu'il a échappé accidentellement aux pattes précédentes.

Le câble une fois accroché, on stoppe le câblier, et on le laisse s'orienter par rapport aux vents et aux courants ; puis on met en marche les machines de relevage jusqu'à émersion complète. Le câble est aussitôt coupé, et les deux tronçons reliés à la cabine de mesures, afin de reconnaître de quel côté se trouve le défaut. La section reconnue saine est mouillée sur une bouée à feu électrique, dont la position est relevée très exactement et le navire se déplace jusqu'à l'emplacement du défaut. Après réparation, le câble est immergé de nouveau, et la section saine est retrouvée grâce à la bouée ; il n'y a plus qu'à faire une épissure et à laisser filer le câble réparé.

Par ce rapide exposé, nous avons voulu montrer quels efforts la France a faits et continue à faire pour rester en liaison avec sa plus proche colonie : les résultats sont-ils appelés à durer ? Nul ne le sait. Les expériences de M. Chirieix pour la téléphonie dirigée Paris-Alger, les inaugurations de liaisons radiotéléphoniques avec les pays les plus éloignés sembleraient faire pressentir la victoire prochaine de l'antenne sur le câble. D'autre part les Compagnies de câbles engagent de gros capitaux dans la construction de câbliers toujours plus modernes et toujours mieux outillés ; elles ne le font certainement pas sans raisons. Il est encore prématuré de prédire la victoire de l'un ou l'autre des moyens de communication. Attendons.

LA NOUVELLE LIAISON TÉLÉPHONIQUE AVEC RIO DE JANEIRO.

M. de Souza Dantas, Ambassadeur du Brésil, s'entretenant avec le Dr Leao Velloso, Chef de cabinet du Ministre des Affaires Étrangères du Brésil. — *Debout :* M. Mallarmé, Ministre des P. T. T.

Digitized by Google

LES PHENOMENES de PROPAGATION

Un problème d'astronomie

par le Général CARTIER

■ ■ ■ ■ ■

ON commence à moins parler de la relativité, et ce silence semble dater de la mort de *Lorentz* qui fut un de ses plus éminents défenseurs : c'est en effet lui qui permit de représenter par des formules simples les phénomènes apparents qui donnèrent naissance à cette théorie séduisante mais si controversée.

Je crois que tout le monde est d'accord pour reconnaître que nous ne pouvons observer que des phénomènes relatifs car les trois grandeurs fondamentales (longueur, temps, masse) qui nous sont accessibles ne sont pas des grandeurs absolues. Les vitesses qui entrent dans le coefficient de *Lorentz*, sont des vitesses relatives et il nous est impossible d'apprécier même leur ordre de grandeur, puisque nous ignorons la valeur absolue des éléments par lesquels nous les définissons.

La *masse absolue* d'un corps est celle de ce corps dans le *vide* : or le vide n'existe pas dans le monde où nous pouvons porter nos investigations. Nous pouvons enlever l'air ou les vapeurs, même les électrons, d'une enceinte fermée ; mais nous ne pouvons enlever l'éther qui traverse librement les parois les plus étanches que nous sachions produire. La présence de ce fluide se manifeste par le fait que la lumière et la chaleur se propagent dans les cloches où nos machines pneumatiques ou nos pompes à mercure ont fait disparaître toute trace de gaz ou de vapeur.

Nous ne connaissons pas, dans le monde, de corps immobile ni de surface immobile et il nous est impossible de repérer les positions ou les mouvements par rapport à des axes de coordonnées qui ne se déplacent et ne se déforment constamment.

L'éther que les premiers relativistes considéraient comme immobile, est soumis à l'entraînement des champs de gravitation : les rayons lumineux ne sont pas rectilignes et les distances angulaires des étoiles, même quand elles sont à la même distance, sont sensiblement différentes de celles que nous lisons sur nos instruments les plus précis.

Si l'on ajoute à ce décalage celui qui résulte de la distance, on voit que le monde apparent que nous commençons à connaître, est bien différent du monde réel qui est hors de la portée de nos appareils et de nos formules. Les étoiles ont parcouru des distances considérables depuis le départ du faisceau lumineux qui en émane et qui ne nous parvient qu'après plusieurs années d'un voyage pourtant rapide, puisque sa vitesse moyenne est d'environ 300.000 kilomètres par seconde. Les constellations ont changé de forme et de position quand leur image s'imprime sur notre rétine ou sur nos plaques photographiques.

Nous ne connaissons ni les directions suivies par les étoiles ni la vitesse avec laquelle elles se meuvent. Nous sommes d'ailleurs dans la même ignorance en ce qui concerne notre Soleil qui n'est qu'à quelques minutes-lumière de nous : est-il immobile ou mobile? Où va-t-il et avec quelle vitesse? Autant de questions auxquelles il nous est impossible de répondre. N'oublions pas que c'est le bon sens seul qui nous a fait abandonner les anciennes croyances basées sur l'aspect du ciel et d'après lesquelles tous les astres, soleils et planètes, tournaient autour de la Terre. Il n'est pas douteux que la Terre et les planètes tournent autour du Soleil : les lois de Kepler, qui régissent ces mouvements sont l'énoncé de constatations matérielles plutôt que le résultat de spéculations théoriques. Y a-t-il des lois analogues correspondant aux mouvements du Soleil et des étoiles?

Evidemment, on constate que certaines étoiles se déplacent relativement au Soleil. Mais on ignore la valeur des deux composantes de ces mouvements relatifs, mouvements du Soleil et mouvements des étoiles.

Le fait que la Voie Lactée aurait la forme d'une bulle ellipsoïdale aplatie, suggère l'hypothèse d'un mouvement de rotation de cet immense groupement de plus d'un milliard d'étoiles, mouvement qui devrait être soumis à des lois analogues aux lois de Képler. Le relèvement, pendant une période suffisamment longue, des mouvements angulaires des principales étoiles par rapport au Soleil, pourrait fournir des arguments pour ou contre cette hypothèse. Mais il faudrait des siècles ou plutôt des millénaires d'observation pour que l'amplitude des mouvements susvisés permette des déductions justifiées.

A priori, je crois que l'idée d'un tel mouvement d'ensemble doit être écartée et qu'il est plus naturel d'admettre que les mouvements des étoiles ressemblent à ceux des molécules gazeuses qui n'obéissent à aucune règle apparente.

Les systèmes solaires correspondent aux atomes : il est maintenant bien établi que la ressemblance de ces groupements si différents par leurs dimensions, embrasse non seulement leur constitution, mais les lois qui régissent les mouvements des satellites, planètes ou électrons, autour des noyaux.

Il est prématuré d'aborder la question de la formation de ces groupements : j'ai exposé, comme base de discussion, comment l'agitation cinétique d'un fluide qui aurait rempli l'espace à l'origine du monde, pouvait produire des groupements de plus en plus complexes comportant comme échelons principaux et en ne tenant compte que des éléments dont l'existence est certaine : la molécule de fluide originel devenu le fluide gravifique des bulles stellaires ou planétaires, la molécule d'éther, l'électron, les noyaux atomiques, les atomes, les corps simples, les astéroïdes et les astres de toutes dimensions.

Une fois créés l'espace, la matière et le mouvement, il n'y a qu'à laisser faire le temps, ce grand constructeur mais aussi cet implacable démolisseur. On a l'habitude de dire que « rien ne se perd, rien ne se crée ». Je crois en effet que rien ne se crée et que l'espace et la matière sont indestructibles. Mais il y a une chose qui se perd, c'est l'énergie et notre monde mourrait ou plutôt tendrait peu à peu vers l'immobilité si les mondes voisins n'étaient là pour compenser ses pertes.

Là dessus, il ne saurait y avoir de divergences d'opinion car c'est le bon sens, ce critérium suprême, qui nous impose ces conclusions.

Mais où le bon sens devient insuffisant et impuissant, c'est pour expliquer l'origine de l'espace, de la matière et du mouvement : il y a là un triple

Digitized by Google

mystère que nous ne pouvons percer et devant lequel il nous faut limiter le champ de nos investigations. Toute discussion à ce sujet ne peut être que stérile et les philosophes d'aujourd'hui peuvent, comme les anciens, discourir à perte de vue et émettre les opinions les plus variées sans faire avancer d'un pas notre connaissance des causes premières : *Descartes* l'avait constaté dans son discours sur la méthode ; nous en sommes au même point.

Pour nous en tenir à certains faits établis par des observations directes ou par le raisonnement, nous savons que la force centrifuge de chaque planète $\frac{mu^2}{r}$ est équilibrée par la poussée $K\frac{Mm}{r^2}$ exercée sur elle par l'afflux du fluide gravifique vers le noyau : M et *m* représentent la masse du Soleil et celle de la planète, *u* est la vitesse de translation de la planète, *r* sa distance au Soleil, K un coefficient proportionnel à la densité et au carré de la vitesse de chute du fluide gravifique.

Ce coefficient K dépend de la différence d'énergie externe par unité de volume, du noyau solaire et du milieu ambiant, ce milieu d'étendant jusqu'à plusieurs années de lumière, c'est-à-dire beaucoup plus loin que la zone qui contient les planètes et dont le rayon n'est que de quelques heures de lumière.

Un autre fait également indiscutable, c'est que l'éther dans lequel se meuvent les planètes, n'est pas impondérable : on connaît sa vitesse moléculaire moyenne (400.000 kilomètres par seconde), l'ordre de grandeur de sa densité absolue ($2 . 10^{-21}$) et celui de sa masse moléculaire ($2 . 10^{-37}$).

D'autre part, le magnétisme terrestre résulte du glissement de la Terre dans l'éther : je l'ai longuement expliqué dans des articles précédents.

Donc, le mouvement de translation de la Terre se heurte à une résistance de l'éther et par suite *u* diminue.

Enfin, l'afflux de fluide gravifique vers le Soleil et vers la Terre augmente constamment M et *m*.

De plus, ces afflux de fluide gravifique se faisant aux dépens de la bulle solaire, la densité de ce fluide doit diminuer et avec elle le coefficient K à moins que la vitesse de chute n'augmente en même temps et ne compense entièrement ou dans une certaine mesure la diminution de densité.

L'égalité $\frac{mu^2}{r} = K\frac{Mm}{r^2}$ se réduit à $u^2r = KM$ dans laquelle *u* diminue certainement pendant que M augmente sûrement.

Les mesures de *r* faites pour la Terre depuis que nos procédés permettent de faire ces opérations avec une précision relativement grande, n'ont décelé que de petites variations périodiques.

Faut-il en conclure que le rapport $\frac{K\,M}{u^2}$ reste constant malgré l'augmentation de M et la diminution de *u*?

Un tel équilibre parfait serait extraordinaire bien que néanmoins possible.

Il est plus vraisemblable que *r* n'est pas constant et c'est ce que des mesures précises faites à des intervalles très éloignés, cent ans ou plutôt mille ans, pourraient faire constater.

Actuellement nous en sommes réduits à des hypothèses. L'Évangile a déjà annoncé, il y a environ deux mille ans, qu'il arriverait un moment où « les étoiles tomberaient dans le ciel ». Faut-il comprendre que cette chute des étoiles, pour des observateurs terrestres, correspondra à une course de la Terre vers les étoiles? Dans ce cas, la force centrifuge de la Terre diminuerait moins vite que la poussée gravifique vers le Soleil ; la Terre s'éloignerait progressivement du Soleil en décrivant une gigantesque spirale à rayon constamment accru.

La durée des années terrestres suivrait une progression analogue en vertu de la troisième loi de Képler.

Il doit en être de même de la durée moyenne des jours puisque le glissement dans l'éther diminue certainement la vitesse de rotation de la Terre : il semble difficile de mesurer cette diminution avec les moyens dont nous disposons.

Remarquons toutefois que nous avons un moyen apparemment simple de suivre les variations de la poussée gravifique : le coefficient *g* est en effet proportionnel à cette poussée. Mais on sait que ce coefficient varie, en chaque point du sol, avec la position du Soleil, de la Lune et des planètes les plus rapprochées. Il faudrait donc ne comparer que les mesures de *g* faites quand tous les astres qui influent sur sa valeur, reprennent les mêmes positions relatives. Cette condition, même limitée au Soleil, à la Lune, à Mars et à Jupiter, impose des intervalles de temps considérables entre les mesures successives. L'état de l'atmosphère pourrait peut-être être négligé en opérant dans une enceinte fermée où la température et la pression barométrique seraient ramenées aux mêmes valeurs au moment des mesures de *g*.

Quoi qu'il en soit, il semble bien que l'équilibre astronomique n'existe pas et que des mesures précises des éléments susvisés, faites dans les conditions que nous avons indiquées et à des intervalles suffisamment éloignés soient de nature à déceler les variations du rayon moyen de l'orbite terrestre et de l'accélération de la pesanteur.

N'y aurait-il pas lieu d'étudier de près cette question intéressante, de fixer les conditions dans lesquelles devraient être faites les mesures nécessaires et d'effectuer les premières auxquelles pourront être comparées celles des générations futures?

C'est aux savants du monde entier que je pose cette question : c'est à eux qu'il appartient de la résoudre.

Ne pourrait-on paraphraser à ce sujet une phrase de *Renan* et dire que « le progrès est l'aboutissant d'un long passé d'efforts, de sacrifices et de dévouements »? Qui voudra prendre l'initiative de tels efforts en faveur de la connaissance plus complète des évolutions de notre monde solaire, de sa vie et de sa mort?

Digitized by Google

LA TECHNIQUE de L'ELECTRICITE

Les Accumulateurs

par P. OLINET

NOTIONS ET THÉORIES GÉNÉRALES

LE lecteur connaît assez maintenant mes opinions sur les diverses questions que la radiotechnique fait journellement défiler devant nos yeux. Il sera peut être surpris de me voir attaquer une question de cet ordre. N'ai-je point toujours et de toute manière défendu l'alimentation totale et directe des récepteurs et émetteurs sur le secteur alternatif ou continu?

Deux raisons, outre les considérations techniques pures, me poussent à rendre justice à l'accumulateur et à lui donner une place méritée dans un journal aussi équilibré que le *Q. S. T.*

Sans doute, l'accumulateur ne me paraît qu'un pis aller en ville où, chacun employant l'électricité pour l'éclairage, il semble plus logique de faire tous ses efforts dans une direction telle que le poste récepteur, qui fait partie du home au même titre que le fer à repasser ou le radiateur, soit « sous pression » par la simple manœuvre d'une prise de courant. Pourtant, des gens s'obstinent et je m'incline — sans comprendre — devant cette constance. C'est un fait.

D'autre part, il faut envisager le cas où, comme cela a lieu trop souvent peut-être en France actuellement, l'électricité n'existe pas chez l'usager. Il faut leur trouver une autre solution. Dans tous les cas où la charge est possible, ce sont les sources d'électricité tout indiquées (j'étudierai les piles par la suite). D'ailleurs, si l'usager fabrique son électricité lui-même, le groupe électrogène est, en général, d'une tension telle qu'elle ne saurait convenir aux tensions plaque demandées par les lampes modernes. L'éclairage a lieu sous 40 ou 60 v. ; il faut donc des batteries à haute tension et à faible capacité pour les plaques.

Mais, je m'en voudrais surtout de restreindre l'horizon de ce journal et l'accumulateur reste la source « portative » d'électricité la plus utilisée ; éclairage des autos, des trains, démarreurs sont mis en action par eux. Enfin, je n'oublierai pas que le groupe en question ci-dessus possède une batterie tampon.

Si, donc, votre récepteur est alimenté sur le secteur, ce que je vous souhaite, les lignes suivantes ne doivent pas être dédaignées, car elles s'appliquent à beaucoup d'autres parties qui vous touchent ou vous toucheront.

DEFINITIONS

Contrairement à ce qui arrive en général quand on parle d'une chose, tout le monde sait parfaitement à quoi s'en tenir lorsqu'on énonce le mot accumulateur. C'est l'organe dans lequel on dépose une certaine quantité d'énergie et qui peut vous restituer, à la demande, une grande partie de celle-ci.

Comparable essentiellement au volant dans le cas des batteries tampons ou « floating », l'accumulateur ressemble plus exactement dans les autres cas à ces bouteilles pleines d'air comprimé qui servent au lancement des Semi-Diesel et Diesel ; n'a-t-on pas là un démarreur?

Pour essayer de prendre une comparaison de fonctionnement, je me permettrai de dire que je considère l'accumulateur comme un réservoir dans lequel on a monté l'eau pour disposer d'un certain travail à un moment voulu. N'est-ce pas à la suite d'une première dépense qu'on peut retrouver de l'énergie aux bornes d'un accumulateur et, aussi, la base du fonctionnement ne réside-t-elle pas dans une variation du potentiel électrique?

J'ai fait de nombreux emprunts aux remarquables ouvrages de Grannell et Lea, de M. Jumau et de Vinal. Ces ouvrages, en général, n'ont en vue qu'une catégorie d'accumulateurs : plomb, fer-nickel, cadmium-nickel. Je voudrais esayer d'en tirer un exposé tel qu'un parallèle puisse s'en déduire en matière de conclusion. Je dis bien « parallèle » et non comparaison, car il me paraît impossible de trancher une question de cette importance. Je ne prendrai donc pas parti, mais essaierai, comme cela me paraît être mon métier, de faire un exposé impartial et complet. Je me bornerai évidemment aux systèmes ayant donné lieu à un développement industriel et commercial, tenant à rester absolument dans la limite des données pratiques.

Avant d'entrer en plein dans le sujet de cet exposé, je voudrais situer très exactement le problème. J'ai dit plus haut, en effet, mon point de vue, à ce sujet, relativement à l'emploi du secteur. Mais il reste l'examen des piles qui constituent elles aussi une solution du problème de l'alimentation des récepteurs, mais ont aussi diverses applications dans le reste de la vie sociale. Je traiterai la question après celle des accumulateurs ; on m'objectera qu'il eût peut-être été plus logique de choisir l'ordre inverse ; je n'en sais rien, car les deux points de vue sont absolument différents et les applications sont, tout au moins pratiquement, parallèles.

Pourtant, il paraît essentiel, au commencement d'une étude de cet ordre, de jeter un coup d'œil d'ensemble sur ces deux sources d'électricité : piles et accumulateurs. Elles ont, en effet, un point commun essentiel, car toutes deux fournissent de l'énergie électrique à un circuit extérieur à la suite d'actions chimiques internes.

Les Anglo-Saxons emploient pour caractériser les accumulateurs et les piles deux mots qui me paraissent convenir parfaitement ; ils nomment les secondes cellules primaires, et les premiers, cellules secondaires. N'est-ce pas faire sentir de suite la différence de fonctionnement qui existe entre les deux? Cellule primaire, celle où la simple juxtaposition des éléments donne naissance à une différence de potentiel qui se modifie et disparaît peu à peu avec les réactions chimiques intérieures; éléments auxquels on peut communiquer une nouvelle vie en changeant les électrodes et l'électrolyte, dit-on. Ne serait-il pas plus exact de dire qu'on obtient une nou-

Digitized by Google

velle quantité d'énergie en remplaçant les éléments travailleurs, morts à la tâche, épuisés, vidés, par d'autres jeunes, ardents, pleins d'énergie? C'est bien là l'élément qui a une vie avec une évolution d'un seul sens.

Au contraire, cellule secondaire ne s'applique-t-il pas mieux aux accumulateurs? Ce n'est pas par la simple juxtaposition des matériaux qu'on obtient une différence de potentiel ; avant toute action électrique, l'ensemble est neutre, en première approximation tout au moins. Il faut un « premier » traitement pour qu'on puisse obtenir une certaine puissance. Ce n'est que parce que le passage d'un courant électrique a créé un déséquilibre qu'on aura, au retour à l'état initial ou à un autre voisin, libération d'une certaine quantité d'énergie.

Bien sûr, l'énergie restituée dans le premier cas ne vient pas d'une puissance magique mais est due aux sources qui ont fourni le travail de formation des éléments employés ; sources naturelles (élévation de température, pression des couches terrestres) ou sources humaines (préparation d'un sel d'ammoniaque qui consomme des calories).

La différence essentielle entre les deux catégories — et j'insisterai plus particulièrement plus tard sur la question — réside donc dans le fait suivant : les piles ont une vie à une seule évolution ; elles sont en cela comparables aux humains... tout au moins actuellement ; les accumulateurs, très en avance, comptent de nombreux printemps successifs faisant partie d'un monde qu'un génial Voronoff a su doter d'un mécanisme de remontage. Au fond, sont-ils plus heureux?

LES ACCUMULATEURS

Je laisserai de côté l'historique, trouvant plus intéressant pour le lecteur de le refaire au sujet de chaque modèle étudié.

Je passerai successivement en revue :

a) La théorie générale des accumulateurs, en faisant suivre cet exposé d'une vue sur les métaux constituant les trois modèles commerciaux ; cette partie ne fera appel qu'aux constantes relatives aux données qu'on ne trouvera pas dans la suite de l'exposé ; elle sera d'ailleurs fort courte. Tout ce qui a trait à la préparation ne sera que très sommairement exposé ; en se plaçant du point de vue général ce ne serait qu'une parenthèse peu utile ; en envisageant le côté de la fabrication des éléments, cette description prendra sa place pour chaque modèle. La théorie sera réduite, mais générale ; elle servira seulement de résumé aux notions essentielles qui seront examinées et développées pour chaque couple.

b) Un exposé des trois modèles commerciaux :

Fer-nickel ;
Cadmium-nickel ;
Plomb.

c) Un résumé mettant en parallèle les propriétés de ces différents éléments. J'ai mis en tête de l'étude des modèles ceux qui ne sont pas à base de plomb ; les raisons de ce choix sont les suivantes: ce sont ceux sur lesquels je m'appesantirai le plus car ils sont, à mon avis, les plus mal connus ; et puis, il me fallait choisir un ordre, et celui-ci est aussi logique qu'un autre.

THÉORIE ÉLECTROCHIMIQUE

La base du fonctionnement de l'accumulateur est constituée par les modifications que subissent les électrodes :

1) Quand on les met en contact avec une source extérieure de courant continu dont la tension est convenablement choisie ;

2) Lorsque, les ayant abandonnés à elles-mêmes, on les réunit à un circuit extérieur.

Nous aurons donc à envisager un certain nombre de questions : les unes sont relatives à l'état des constituants, avant toute action électrique, tel qu'il résulte de la simple juxtaposition des électrodes et de l'électrolyte ; les autres ont trait à l'action du passage du courant électrique dans la cellule envisagée ci-dessus ; enfin, on rencontrera une troisième catégorie qui aura pour but d'étudier ce qui va se passer quand, ayant soumis la cellule au passage du courant électrique, on réunira les électrodes par un circuit extérieur.

Ceci constituera le sommaire de cette première partie. Je m'y efforcerai de traiter toutes les questions du point de vue le plus général possible, tout en restant clair et simple.

Nous rencontrerons successivement un certain nombre de lois dont l'application ultérieure facilitera considérablement notre problème. Examinant les métaux qui composent les électrodes, nous aurons l'occasion de définir les conditions que doivent remplir les électrodes.

On sait que la base de l'accumulateur est l'électrolyse ; étymologiquement, ce mot signifie décomposition par l'électricité. C'est bien le phénomène que nous trouverons dans ce que nous appellerons la charge de l'accumulateur, tandis que la décharge, fournissant un travail à l'extérieur, sera le résultat d'une recomposition.

Lorsqu'un corps (acide, base ou sel) est dissous dans l'eau, il n'y subsiste pas à l'état dans lequel il se trouvait avant d'être mis en présence de ce liquide. C'est, d'ailleurs, cette modification qu'on peut considérer comme la base de l'électrolyse. Je ne parlerai pas ici des colloïdes, désirant traiter cette question en détail.

Il existe donc en solution, outre le solvant, trois corps coexistants :

Le corps dissous ;

Une partie de celui chargé positivement, le cation ;

Une autre, chargée négativement, l'anion.

Par exemple, du seul fait de la *dissolution*, le sel marin mis dans l'eau donne naissance à des cations sodium « Na » et des anions chlore « Cl. »

Dans la suite de cet article, pour des raisons de commodité d'écriture, j'écrirai :

Na (+)
Cl (—)

pour représenter le signe de l'électricité chargeant l'ion considéré.

Ces ions portent une charge qui ne peut être qu'un multiple simple de la charge électronique élémentaire. Elle est égale à la valence, notion bien connue en chimie.

On remarquera — et cela est particulièrement important — que plus la solution est diluée plus la dissolution est poussée. On en conclut aussi que, parallèlement, le nombre d'ions diminue dans un volume donné.

Le courant électrique, quand on relie une telle cellule à une source de courant continu, est transporté par ces particules d'électricité qui se mettent en mouvement sous l'action du champ électrique auquel elles sont soumises. Bien entendu, à la décharge, on rencontrera des mouvements ayant lieu en sens inverse.

LOIS DE FARADAY

La base de l'électrolyse est constituée par les lois de Faraday qui définissent le passage d'un courant à travers un électrolyte. On peut considérer qu'on a là le fondement de la théorie de l'accumulateur ; il me paraît donc absolument essentiel de m'arrêter un peu.

Ces deux lois s'énoncent comme suit :

1) L'action du courant sur une électrode est proportionnel à l'intensité de celui-ci et au temps qu'on accorde à son passage ;

2) Quand un courant d'une intensité donnée traverse une série de solution, les dépôts des métaux ou, plus exactement, les produits de la dissociation sont proportionnels aux équivalents chimiques des corps envisagés.

On arrive, à l'aide de cette seconde loi, à la notion essentielle d'équivalent électro-chimique. En représentant celui-ci par A, on aura

$$A = \frac{\text{poids atomique}}{B}$$

expression où B est une constante. B est défini par le « Faraday » et est égal à 96.500 coulombs; c'est la quantité d'électricité nécessaire pour obtenir le dépôt d'un métal égal à son poids atomique. On conclut de ces

Digitized by Google

lois quelle peut bien être la partie d'un accumulateur qui prend réellement part aux réactions.

Il me paraît essentiel, ici, suivant Crannell et Lea à peu près pas à pas, d'introduire une notion peu répandue dans les ouvrages français traitant de la question (il y en a si peu !...). Quand le courant traverse un électrolyte quelconque, nous avons vu que les charges électriques mises en état de dissociation au sein de la solution servaient de support aux quantités d'électricité pour le transport d'une électrode à l'autre, ou, par l'intermédiaire de ces organes, d'un pôle du circuit à l'autre. Pourtant, les ions des deux signes ne sont pas également employés au transport du courant ; le rapport des quantités d'électricité transportées par les ions de chaque sorte dépend d'un facteur nouveau qu'on peut appeler la capacité de transport de ceux-ci.

Ceci provient de ce que les ions, identiques sous toutes autres formes, ne se déplacent pas à la même vitesse et, pour une température donnée, chacun d'eux est caractérisé par une vitesse de déplacement. C'est l'inégalité entre des dernières valeurs qui se traduit par la capacité de transport.

La capacité de transport des ions est le rapport du courant porté par eux au courant total qui traverse la solution. On peut admettre aussi que c'est le rapport du nombre d'ions atteignant une électrode au nombre total d'ions allant à une électrode et s'en évadant. On en conclut que l'apport de quantité d'électricité due à chaque sorte d'ions dépend de la concentration, de la valence et de la vitesse de déplacement.

Envisageant maintenant plus spécialement le cas des accumulateurs alcalins dans lesquels l'électrolyte est la potasse KOH, on se trouve en présence de deux ions monovalents ; la vitesse de déplacement est proportionnelle à la capacité de mouvement.

En désignant par C_1 et C_2 les concentrations obtenues en anions et cations (qui, dans l'exemple choisi, sont égales) et par V_1 V_2 leur vitesse, je définirai la capacité de déplacement par

$$A = \frac{C_1 V_1}{C_1 V_1 + C_2 V_2} = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$$

puisque, d'autre part,

$$C_1 = C_2$$

De même, pour les cations, on aurait

$$B = \frac{V_2}{V_1 + V_2}$$

Puisque le courant total est, par définition, transporté par les deux catégories d'ions, on aura

$$A + B = 1.$$

On peut arriver alors à une analyse à peu près complète du fonctionnement élémentaire de l'accumulateur dans lequel l'électrolyte est constitué par une solution d'un sel binaire MN.

De ce qui précède, on conclut que si A est la capacité de transport des anions, celle des cations est

$$B = 1 - A.$$

Si le passage du courant est tel qu'un faraday est transporté, on observe les modifications internes suivantes ; auparavant, on remarquera qu'un faraday est produit par le passage d'une quantité de Q coulombs pendant t secondes de telle sorte que

$$Qt = 1 ;$$

de plus, il est peut-être nécessaire de mettre en lumière que toutes ces considérations ne tiennent aucun compte des réactions secondaires qui peuvent se traduire au contact des électrodes.

Ceci posé, le passage d'un faraday produit le départ de (1 — A) grammes de l'équivalent chimique par le corps M ; ces éléments passent alors dans le domaine de l'autre électrode.

Finalement, en appliquant le même raisonnement aux deux électrodes, on arrive aux conclusions essentielles suivantes :

A la cathode, la perte de charge est AM + BN, tandis qu'à l'anode la perte est

$$(1 - A) M + (1 - B) N.$$

Il importe, maintenant, d'analyser plus à fond ce qui se passe au voisinage d'une électrode ; pour éclairer cela, je m'adresserai à la théorie de Nast qui met si bien en lumière les phénomènes qui nous intéressent.

(*A suivre.*)

La machine à courant continu

par J. GRANIER, *Docteur ès Sciences*

POINT de poste d'émission qui ne possède aujourd'hui dans quelque coin une machine électrique. Moteur ou génératrice, commutatrice, groupe convertisseur ou moteur-générateur, cette machine extrêmement souple peut servir à bien des usages, pour la charge d'accus comme pour l'alimentation directe, pour le chauffage comme pour la haute tension. Aussi n'est-il pas inutile d'en examiner avec quelques détails les propriétés pour savoir l'employer dans chaque cas en connaissance de cause, pour en tirer toujours le meilleur parti.

Les machines électriques comportent pour la plupart un inducteur produisant un flux magnétique important et un induit tournant dans ce flux; leur étude doit donc débuter par un rappel succinct des lois du circuit magnétique.

Considérons tout d'abord un circuit magnétique entièrement constitué par du fer, celui d'un transformateur par exemple, et imaginons que l'on ait enroulé sur lui un bobinage de n spires. Faisons circuler dans celles-ci un courant i et, au moyen d'un fluxmètre convenablement monté, mesurons le flux.

Faisons varier simultanément n et i de manière à maintenir constant le produit ni; doublons par exemple le nombre de spires tout en diminuant de moitié l'intensité du courant, ou bien triplons le nombre de spires tout en divisant par trois l'intensité du courant. Nous constatons au fluxmètre que la valeur du flux ne change pas. C'est donc que le flux est uniquement déterminé dans ces conditions par la valeur de ni, c'est-à-dire par le nombre d'ampères-tours.

Faisons maintenant varier la longueur du circuit magnétique; pour maintenir le flux constant, il nous faudra augmenter en même temps le nombre d'ampères-tours. L'expérience montre que la lon-

Digitized by Google

gueur l du circuit magnétique et le nombre d'ampères-tours $n\,i$ doivent être proportionnels si l'on veut obtenir les mêmes indications au fluxmètre. Lorsqu'on fait varier à la fois les valeurs de n, de i, et de l, la valeur φ du flux est donc uniquement fonction de la quantité $\frac{ni}{l}$ c'est-à-dire du nombre d'ampères-tours par centimètre.

Dans les essais précédents nous avions considéré comme constante la section du circuit magnétique ; faisons-la varier à son tour; tout en gardant le même nombre d'ampères-tours par centimètre. Pour une section double nous constatons que le flux double; pour une section deux fois plus faible, le flux est réduit de moitié. Le rapport B du flux φ à la section S reste donc constant dans ces conditions.

Et finalement, pour résumer tous ces essais, nous pouvons écrire que l'induction B, quotient du flux par la section ne dépend dans notre circuit magnétique que du nombre d'ampères-tours par centimètre.

$$B = f\left(\frac{ni}{l}\right)$$

Remarquons que cette formule est également vraie lorsque le circuit magnétique comprend un entrefer; seulement la valeur de la fonction f n'est pas la même pour le fer et pour l'air; précisons un peu.

Pour l'air, le calcul montre, et l'expérience confirme que pour produire une induction de 1 gauss, il faut 0,8 ampère-tour par centimètre; pour 10 gauss, il faut 8 ampères-tours; pour 1.000 gauss, 800; pour 10.000 gauss, 8.000 etc. Quelle que soit la valeur de l'induction, elle est toujours proportionnelle au nombre d'ampères-tours par centimètre de longueur du circuit magnétique.

Dans le fer, c'est un peu plus compliqué: Tant que l'induction ne dépasse pas 10.000 gauss, l'induction reste proportionnelle au nombre d'ampères-tours par centimètre, mais au-dessus de 10.000 gauss l'induction ne croît pas aussi rapidement : peu à peu le fer se sature. Pour de faibles inductions, on peut compter que l'ampère-tour par centimètre correspond à 2.000 gauss; c'est-à-dire qu'il faut 3 ampères-tours pour 6.000 gauss, 5 pour 10.000. Mais, à cause de la saturation, 10 ampères-tours par centimètre ne donnent guère que 14.000 gauss, et pour atteindre 20.000 ou 25.000 gauss, il faut augmenter dans des proportions considérables le nombre des ampères-tours.

A vrai dire, les chiffres précédents n'ont rien d'absolu; ils varient suivant l'échantillon de fer étudié, sa composition chimique, les traitements thermiques qu'il a subis; néanmoins, ils donnent un ordre de grandeur, et montrent que pour du fer ordinaire et de basses inductions, ce métal est environ 2.000 fois plus perméable que l'air. On voit immédiatement quel avantage on trouve à éviter, lorsqu'on le peut, tout entrefer dans un circuit magnétique; pour un même nombre d'ampères-tours le flux est bien plus considérable.

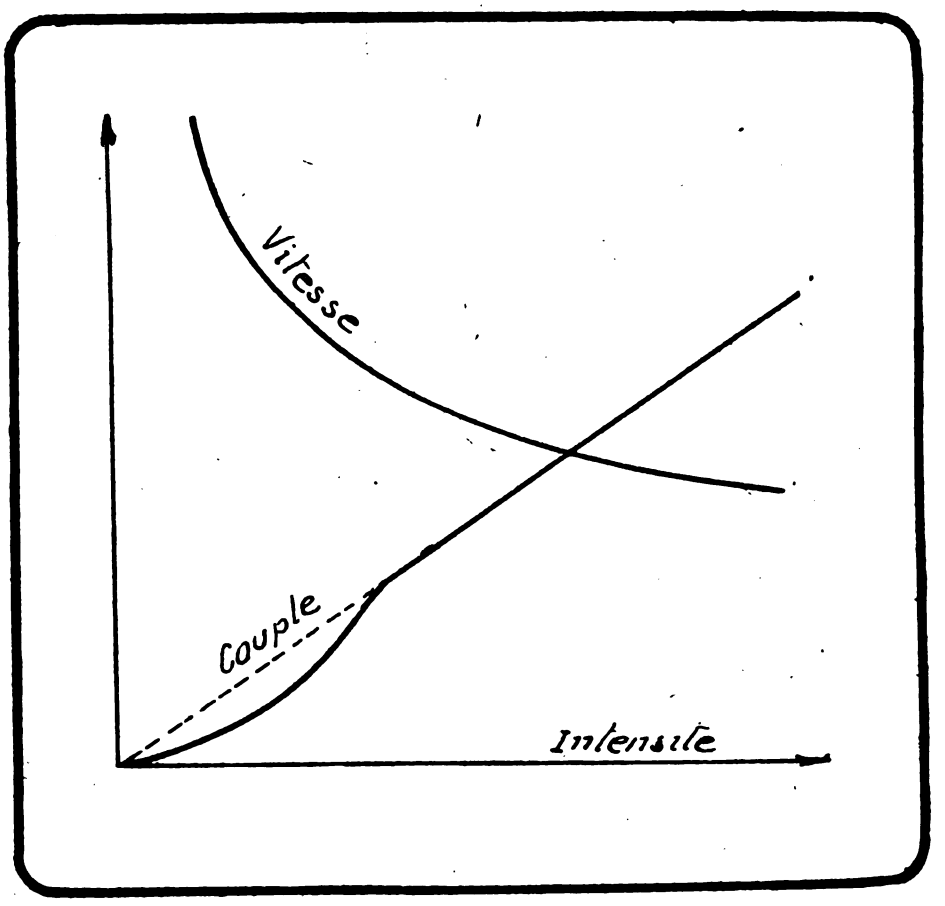


Fig. 1

Et pourtant, il est des cas où l'on ne peut pas supprimer tout entrefer, celui des dynamos par exemple. Entre l'inducteur et l'induit, il nous faut ménager un certain espace pour permettre la rotation de celui-ci. Certes, nous le ferons aussi petit que possible, mais si nous ne voulons pas que la moindre usure des paliers provoque l'arrêt de la machine, nous devrons bien lui donner au moins 1 ou 2 mm.; même pour des dimensions aussi réduites, son influence ne sera pas négligeable, car, ne l'oublions pas, une longueur de 1 mm. dans l'air équivaut à près de 2 m. dans le fer.

Et maintenant, nous pouvons aborder le calcul d'un moteur électrique, en gros tout au moins car si nous pouvons nous rendre compte approximativement de la manière dont il fonctionne nous n'avons ni le temps, ni les moyens de le déterminer dans ses plus petits détails; il suffira d'indiquer la marche et de dégrossir un peu les calculs en arrondissant les chiffres.

Il ne faudrait d'ailleurs pas croire que le calcul d'un moteur se fait d'une manière rigoureuse et se conduit comme la détermination d'une surface ou d'un volume en géométrie. Non; c'est plutôt une vérification. On se donne à priori un certain nombre de quantités, on en déduit quelques autres, et on vérifie que le moteur ainsi déterminé pourra fournir la puissance demandée sans brûler. Le plus délicat. c'est de choisir au début un bon point de départ pour que la machine ne soit pas trop bizarre, qu'elle ne soit ni trop grosse, ni trop petite, ni trop plate, ni trop longue. Prenons donc un induit de 15 cm. de diamètre, un entrefer de 1 mm. de chaque côté, des pôles de 10 cm. de long, 10 cm. de haut, et 10 cm. de large. Fermons le circuit magnétique par une culasse double qui aura aussi 10 cm. dans la direction perpendiculaire au plan du tableau (fig. 1) et 5 cm. dans ce plan. Faisons les hypothèses les plus simples, et admettons que les propriétés du métal sont partout les mêmes, y compris dans l'induit où pourtant nous avons affaire à une masse composée de fer et de papier.

Digitized by Google

Notre moteur sera fait pour marcher à 110 volts; mettons 100 pour simplifier et aussi parce qu'effectivement, à cause de la chute ohmique de tension en charge, sa force contre-électromotrice ne sera guère supérieure à 100 volts. Nous voulons qu'il tourne à 3.000 tours, soit 50 tours par seconde.

Fixons-nous le nombre de conducteurs induits. La circonférence de l'induit a environ 45 cm. Creusons-y des encoches dont la largeur sera égale à celle des dents ainsi formées et dont la profondeur sera 1 cm. Nous disposons ainsi pour loger nos fils d'une vingtaine d'encoches de 1 cm² de section. Dans chacune de ces encoches nous pouvons mettre 10 conducteurs de 2 mm. de diamètre pourvus de leur isolant et capables de supporter quelques ampères; nous en aurons donc 200 au total.

La force contre-électromotrice d'un moteur est donnée par la formule:

$$E = Nn \varphi 10^{-8}$$

dans laquelle N représente le nombre de tours par seconde, n le nombre de conducteurs et φ le flux en maxwells.

Nous en tirons, en remplaçant ces lettres par leurs valeurs

$$\varphi = \frac{100}{50 \times 200} \times 10^8 = 1.000.000$$

Ainsi donc, notre moteur aura dans son induit un flux de 1.000.000 maxwells. Combien d'ampères-tours faudra-t-il mettre sur les pôles pour obtenir un tel flux? Calculons-le. La longueur de l'entrefer est de 2 mm au total. Sa section, il est assez difficile de la calculer exactement puisqu'elle est constamment variable depuis les épanouissements polaires jusqu'au sommet des dents. Mais nous pouvons admettre qu'il ne passe aucun flux dans les encoches et nous prendrons comme section de l'entrefer la moyenne entre la surface des épanouissements polaires et la surface extérieure des dents. Cela fait environ 80 centimètres carrés, ce chiffre étant d'ailleurs un peu au-dessous de la réalité.

Le flux étant 1.000.000 et la surface 80, l'induction dans l'entrefer est $\frac{1.000.000}{80}$ gauss. Pour avoir le nombre d'ampères-tours par centimètre correspondants, il nous faut multiplier par 0,8, ce qui nous donne 10.000; comme enfin nous avons 2 mm. de longueur d'air, le nombre d'ampères-tours sera finalement $10.000 \times 0,2 = 2.000$. Ainsi l'entrefer nous absorbera 2.000 ampères-tours.

Faisons maintenant le calcul pour le fer. Le flux étant 1.000.000 et la section $10 \times 10 = 100$, l'induction dans le fer est 10.000. Pour produire cette induction, il est nécessaire de dépenser 5 ampères-tours par centimètre et comme la longueur du circuit magnétique est environ 1 mètre (mesuré sur la figure) il nous faut en tout pour le fer 500 ampères-tours.

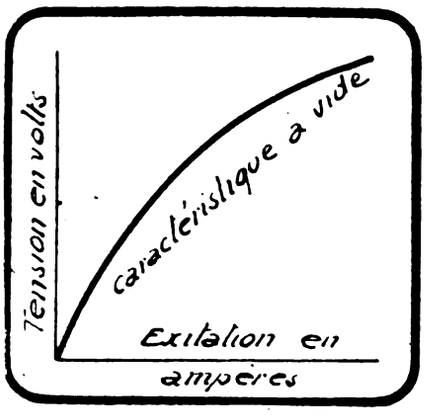


Fig. 2.

Pour tout le circuit magnétique, air et fer, nous avons donc besoin de 2.500 ampères-tours. Mettons-en 3.000 pour éviter toute surprise, car nous aurons toujours la possibilité de régler notre excitation au moyen d'un rhéostat. Ces 3.000 ampères-tours, nous les obtiendrons par exemple en mettant sur chaque pôle 3.000 spires et en les faisant parcourir en série par un courant de 0,5 ampère. Le fil inducteur qui aura au total une longueur de 3.500 mètres environ et une résistance de 200 ohms aura un diamètre de

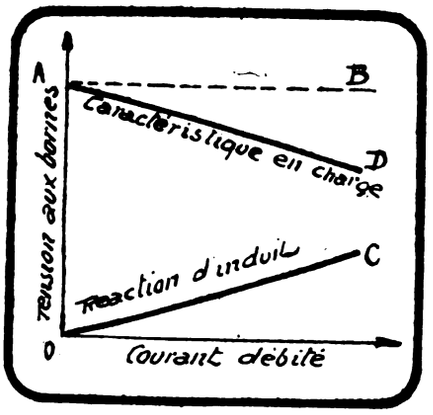


Fig. 3.

6/10 ou 8/10; on aura largement la place de le loger sur les pôles.

Pour étudier une génératrice à excitation séparée par exemple, on trace un certain nombre de ses courbes « caractéristiques » relevées dans des conditions bien déterminées ; on peut ainsi savoir les relations qui existent entre la f. é. m. E, la tension aux bornes U, le courant d'excitation i et le courant I débité dans le circuit extérieur.

La première caractéristique à tracer est évidemment la « caractéristique à vide ». Elle indique comment varie, à vitesse constante, la f. é. m. en fonction de l'excitation pour un débit extérieur nul. C'est la courbe représentant l'équation :

$$E = f(i) \text{ pour } I = 0 \text{ et } N = C$$

Cette caractéristique a l'aspect représenté sur la figure 2. Lorsque le courant d'excitation est petit, la f. é. m. lui est évidemment proportionnelle; mais à mesure que le fer se sature la courbe a de plus en plus tendance à devenir horizontale; le coude formé par cette courbe est plus ou moins arrondi ou plus ou moins brusque suivant les proportions d'air et de fer qui entrent dans la composition du circuit magnétique.

Une dynamo présente une infinité de caractéristiques à vide correspondant chacune à une vitesse différente, mais toutes ces courbes peuvent se déduire facilement les unes des autres par simple changement d'échelle, puisque la f. é. m. est proportionnelle à la vitesse. Aussi peut-on se contenter d'en tracer une seule, celle qui correspond à la vitesse unité; c'est d'autant plus commode que pendant les essais la vitesse peut rarement être maintenue bien constante et que l'on a dans ces conditions à calculer pour introduire les corrections nécessaires le rapport $\frac{E}{N}$

Pour tracer expérimentalement la caractéristique à vide d'une dynamo à excitation séparée on l'entraîne à vitesse constante par un moteur auxiliaire, sans lui faire débiter aucun courant. Un voltmètre indique la force électromotrice, un ampère-mètre indique le courant inducteur; un rhéostat permet de faire varier celui-ci. Pour éviter autant que possible les effets de l'hystérésis il convient de manœuvrer ce rhéostat avec méthode, de manière à opérer avec des courants toujours croissants ou toujours décroissants.

Lorsqu'une génératrice débite du courant dans un circuit extérieur, la tension à ses bornes U ne reste pas la même qu'à vide, et ceci pour deux raisons: d'abord le flux inducteur ne reste pas le même, par suite de l'apparition d'ampères-tours induits, ensuite la résistance de l'induit n'étant pas négligeable, il s'y produit une certaine chute de tension.

La courbe représentant la tension en fonction de l'intensité débitée (pour excitation et une vitesse déterminée) n'est donc pas une parallèle à l'axe des I (fig. 3). Cette

Digitized by Google

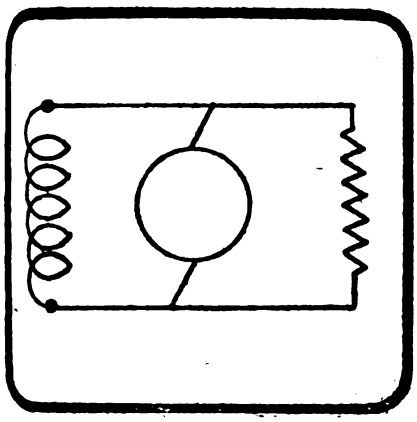


Fig. 4.

courbe appelée « caractéristique en charge » et dont l'équation est

$$U = f(I) \text{ pour } i = C \text{ et } N = C'$$

s'abaissera à mesure que le débit augmentera. On l'obtiendra en retranchant des ordonnées de la droite A B celles d'une courbe O C appelée « courbe de réaction d'induit ».

La caractéristique en charge aura donc l'allure de la courbe A D.

La machine que nous venons d'étudier est une génératrice à excitation séparée, c'est-à-dire que son circuit inducteur est supposé alimenté par une batterie de piles ou d'accumulateurs. Or, il est à première vue profondément illogique qu'une machine fournisse du courant à toute une installation et qu'elle ne puisse pas s'en fournir à elle-même. Aussi, adopte-t-on, sauf des cas très spéciaux, des machines auto-excitatrices dans lesquelles le courant inducteur est, en partie ou en totalité, le courant débité lui-même. Dans le cas d'une machine shunt, on adopte le schéma de la figure 4 et les enroulements inducteurs sont alors constitués de fils longs et fins; dans le cas d'une machine série au contraire (fig. 5) les bobines inductrices ne comportent que quelques spires de gros fil. Dans les deux cas on produit un nombre important d'ampères-tours, mais pour une machine shunt on y arrive en prenant N grand et i faible, dans une machine série au contraire, c'est N qui est faible mais I qui est grand.

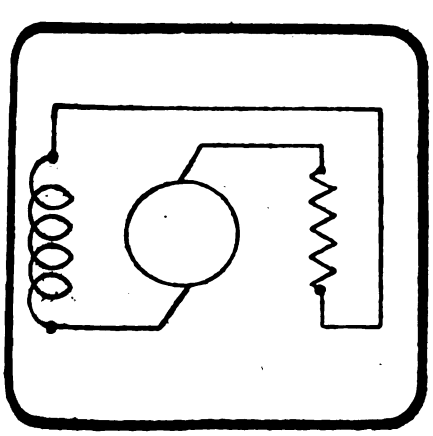


Fig. 5.

Les caractéristiques d'une machine série et d'une machine shunt sont nettement différentes; on peut même dire que ces machines ont des propriétés inverses l'une de l'autre. Aussi convient-il de les étudier séparément.

Et tout d'abord on peut se poser la question suivante: Quand la machine est au repos, il ne circule aucun courant ni dans l'induit ni dans l'inducteur. Si on la met en marche comment le courant prendra-t-il naissance? L'induit ne peut fournir du courant que s'il tourne dans un champ magnétique, et d'autre part le champ magnétique ne devrait se produire que si l'induit a déjà envoyé du courant dans l'inducteur. Ne faudrait-il pas, au moment du démarrage exciter un peu la machine avec une petite pile que l'on supprimerait ensuite? Heureusement non, car le fer de la dynamo conserve toujours un peu de magnétisme rémanent qui suffit à produire aux bornes de l'induit une légère tension. Celle-ci provoque dans le circuit inducteur un léger courant qui augmente le flux si les connexions sont convenables, cette augmentation du flux a pour effet la production d'une tension plus élevée aux bornes de l'induit, etc; peu à peu, et en même temps le courant inducteur et la tension aux bornes de l'induit augmentent.

Mais alors, on est en droit de se poser la question inverse. Où cela s'arrêtera-t-il ? Si en réagissant l'une sur l'autre la tension aux bornes de l'induit et l'intensité du courant inducteur augmentent progressivement, y a-t-il une raison pour qu'elles ne croissent pas sans limite? Oui, il y en a une, c'est la saturation ; lorsqu'une notable augmentation du courant inducteur ne produira plus qu'une augmentation insignifiante du flux, la tension aux bornes de l'induit se fixera et la machine prendra un régime bien défini.

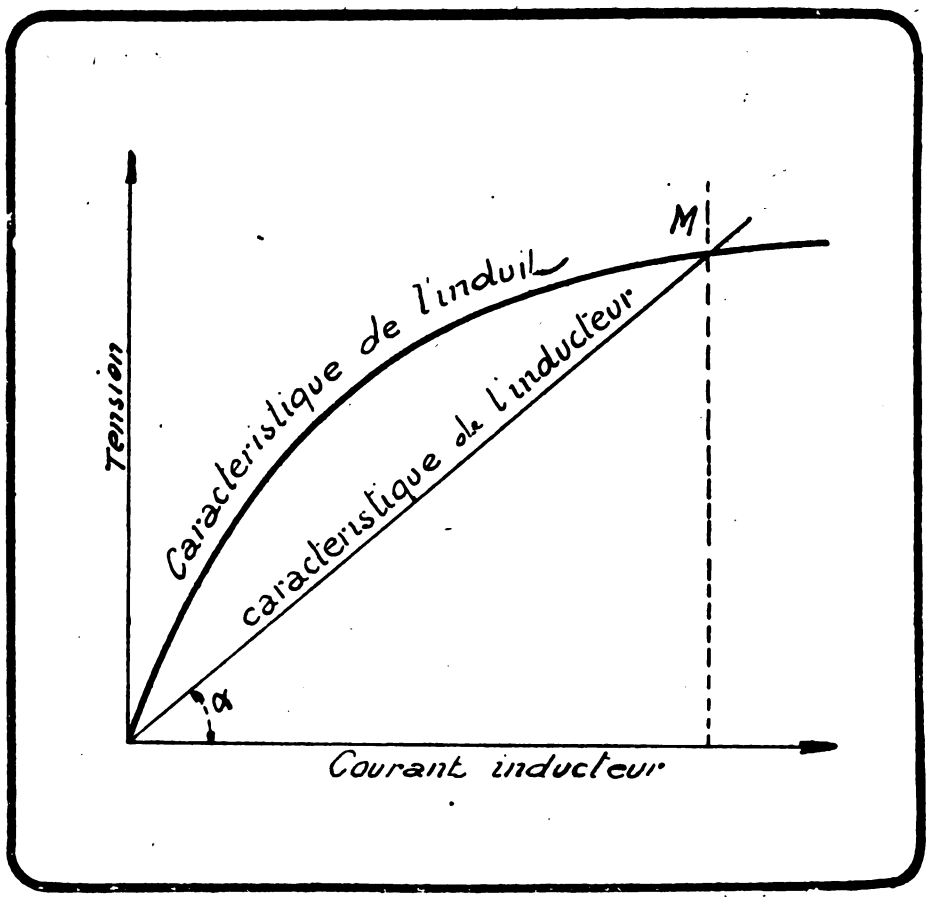


Fig. 6.

Ainsi donc, une machine ne peut s'amorcer comme auto-excitatrice qu'à cause de l'hystérésis du fer ; elle ne peut atteindre un régime stable que par suite de la saturation. On voit combien ces particularités dans les propriétés du fer, si ennuyeuses dans bien des cas, nous sont ici utiles.

Voyons d'un peu plus près ces phénomènes dans une machine shunt.

Considérons d'abord cette machi-

Digitized by Google

ne comme une génératrice à excitation séparée et traçons sa caractéristique à vide en portant en abscisses le courant inducteur et en ordonnées la tension aux bornes de l'induit (fig. 6); pour éviter toute confusion lorsque la machine sera auto-excitatrice nous appellerons cette courbe « caractéristique de l'induit ».

Prenons maintenant le circuit inducteur et traçons une droite représentant en fonction du courant qui le traverse la tension à ses bornes; rien de plus facile que cela, il n'y a qu'à appliquer la loi d'Ohm. Cette droite que nous appellerons « caractéristique des inducteurs » fait avec l'axe des abscisses un angle α tel que $\text{tg}\,\alpha = r$, r étant la résistance du circuit inducteur.

Comment passer du fonctionnement à excitation séparé nécessitant une pile dans le circuit inducteur en fonctionnement en auto-excitatrice shunt, en tombant du premier coup sur un fonctionnement stable? Tout simplement en nous arrangeant pour que la tension aux bornes de l'induit soit au moment où nous faisons la manœuvre égale à la tension que produit la pile aux bornes des inducteurs. Cette tension nous l'obtiendrons évidemment en prenant sur le graphique le point de rencontre entre les deux caractéristiques que nous avons tracées. Le point de fonctionnement stable, ce sera le point M; si nous avions changé les connexions pour une tension de la pile trop forte ou trop faible, le point de fonctionnement se serait déplacé progressivement vers la gauche ou vers la droite pour venir enfin se fixer en M.

Mais ce point M de fonctionnement stable, ce point M intersection de la caractéristique d'induit et de la caractéristique d'inducteur existe-t-il toujours? Non. Si l'angle est trop grand, la caractéristique des inducteurs monte plus rapidement en partant de l'origine que celle de l'induit, et par suite il ne peut y avoir aucun point de rencontre. Pour se placer dans de bonnes conditions au point de vue de l'amorçage d'une dynamo shunt, il faut donc autant que possible diminuer la pente de la caractéristique d'inducteur c'est-à-dire supprimer tout rhéostat d'excitation et repousser vers le haut de la figure la caractéristique d'induit en augmentant la vitesse de rotation. Naturellement il faut aussi que le sens de rotation soit convenable pour que le léger courant induit qui prend naissance au début de l'amorçage contribue à augmenter le magnétisme au lieu de le diminuer; le circuit extérieur ne doit pas être branché pour qu'il n'absorbe pas du courant dont l'inducteur a tant besoin.

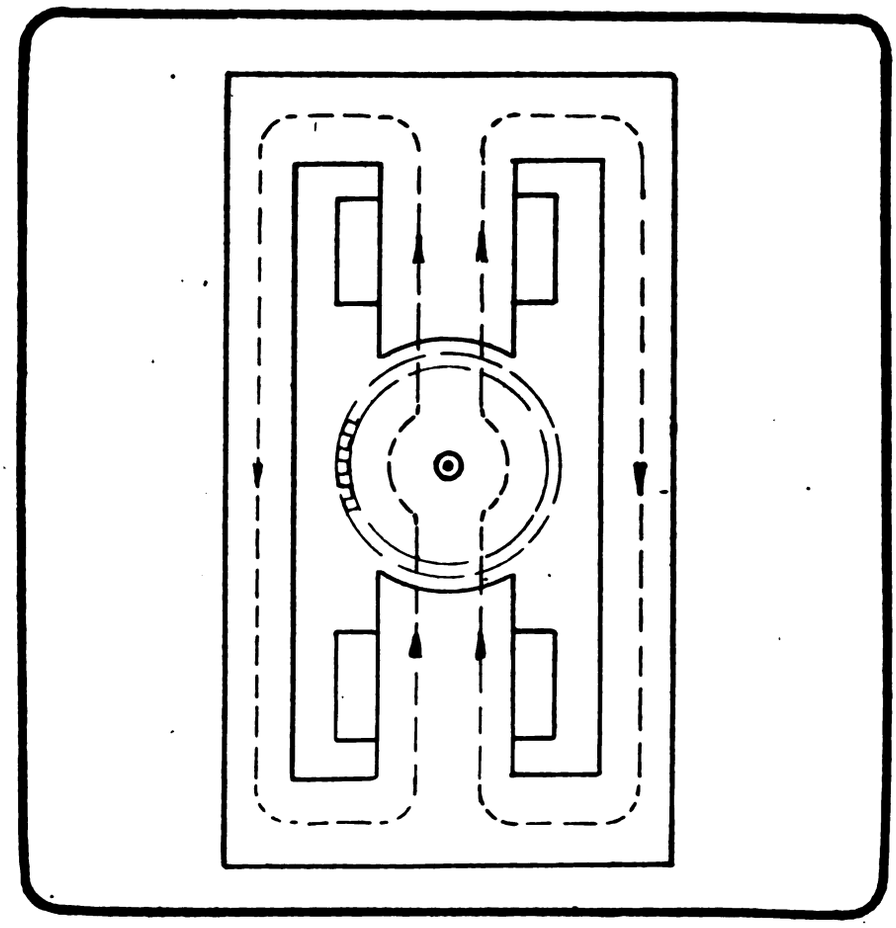


Fig. 7

De la caractéristique en charge d'une dynamo shunt, pas grand' chose à dire; elle ressemble à celle d'une dynamo à excitation séparée, pour de faibles débits tout au moins. Cependant, elle baisse plus rapidement parce que la chute de la tension aux bornes de l'induit amène une diminution correspondante du flux inducteur; il arrive même un moment, si l'on pousse trop la machine, où elle se désarmorce.

La caractéristique à vide d'une machine shunt est identique à celle d'une machine à excitation séparée; le montage seul diffère: au lieu de faire varier la tension de la pile excitatrice, on fait varier le rhéostat d'excitation.

Passons maintenant à une machine série. En tant qu'auto-excitatrice, elle ne peut pas avoir de caractéristique à vide, puisque son courant inducteur est précisément le même que celui qu'elle débite dans le circuit extérieur. Mais rien ne nous empêche de lui tracer une caractéristique à vide au moyen d'une excitation séparée. Ce sera la courbe I de la figure 7. Quand elle débitera du courant, la tension aux bornes sera-t-elle égale à la tension donnée par cette caractéristique. Non, car il faudra en retrancher la réaction d'induit dont la valeur est figurée sur la courbe II. En effectuant cette différence, nous trouvons la courbe III qui, puisque le courant débité et le courant inducteur sont identiques, sera la caractéristique en charge de la machine série auto-excitatrice.

Et comme tout à l'heure, nous nous posons la question: dans quelles conditions l'amorçage pourra-t-il avoir lieu; quel sera le régime de fonctionnement ?

Soit M ce point de fonctionnement que nous cherchons. Il est défini par une tension U et une intensité I. Le quotient $\frac{U}{I}$ c'est la résistance R du circuit extérieur et l'angle α que forme la droite O M avec l'axe des débits est défini par la relation $\text{tg}\,\alpha = R$. (Ne pas confondre : pour une machine shunt r était la résistance du circuit inducteur; ici R est la résistance du circuit extérieur.)

Rien de plus facile par conséquent que de déterminer le point de fonctionnement par l'intersection de la caractéristique de l'induit (courbe III) et de la caractéristique du circuit extérieur (droite O A). Ce point de fonctionnement n'existe que si la droite O A ne s'élève pas trop rapidement en partant de l'ori-

Digitized by Google

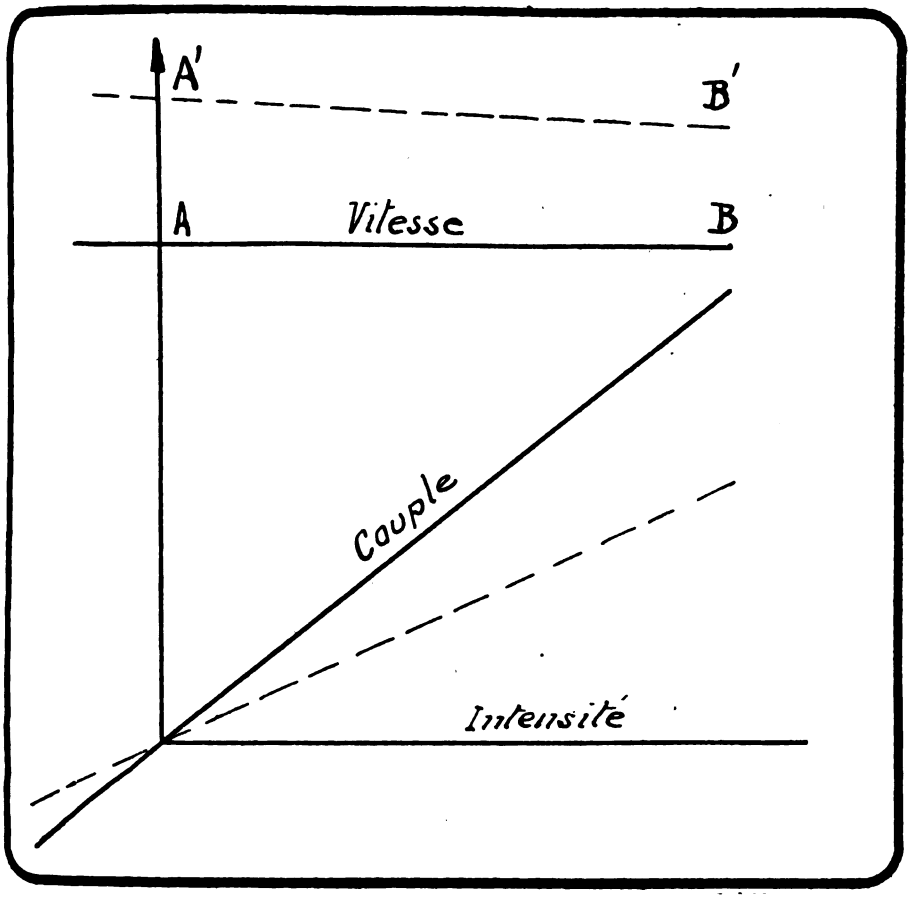


Fig. 8.

gine, c'est-à-dire qu'une machine série se désamorce si on la fait fonctionner sur une résistance trop élevée, si on ne lui fait pas donner un courant suffisant.

Pour que l'amorçage d'une machine série se fasse dans de bonnes conditions il faut donc autant que possible :

Augmenter la vitesse, pour rejeter vers le haut la courbe.

Diminuer la résistance extérieure pour ramener vers le bas la droite. En outre, il faut avoir choisi un sens de rotation convenable en rapport avec le sens du magnétisme rémanent et le sens des connexions de l'inducteur.

Entre une génératrice et un moteur, il n'y a pas grande différence; dans une génératrice la tension aux bornes est légèrement inférieure à la force électromotrice et le couple électromagnétique est résistant ; dans un moteur au contraire, c'est la force électromotrice qui est inférieure à la tension, et le couple électromagnétique est moteur. A part cela, les phénomènes d'induction sont les mêmes dans ces deux machines et il n'y a pas lieu de revenir sur ce sujet.

Les caractéristiques que nous avons tracées pour les génératrices sont encore valables, sauf certaines modifications de détail pour les moteurs, mais, à vrai dire, elles ne présentent plus grand intérêt, car ce qui nous est utile maintenant ce sont des relations où entrent des vitesses et des couples. Examinons cette question de plus près, et occupons-nous pour commencer des moteurs shunt.

Les moteurs électriques industriels sont calculés pour avoir un bon rendement, cela va sans dire ; les pertes diverses dont ils sont le siège sont réduites au minimum et en particulier la perte d'énergie due à l'effet Joule dans l'induit ne dépasse pas 5 % dans les conditions normales ; nous aurons fréquemment l'occasion de nous servir de ce résultat.

Et tout d'abord, comment démarrer un moteur shunt ? Suffit-il de le mettre brutalement sous la tension du réseau? Non, ce serait désastreux ; il faut de toute nécessité intercaler à ce moment un rhéostat qui limite l'intensité du courant.

Nous avons vu en effet, qu'à pleine charge, la chute de tension était environ 5 %, de sorte que l'on a, entre la tension U, la force contreélectromotrice E, la résistance R de l'induit et l'intensité I du courant, la relation

$$I = \frac{U - E}{R}$$

Mais la force contreélectromotrice E qui est égale à 95% de U en pleine charge est nulle au début du démarrage quand le moteur ne tourne pas encore. Si l'on ne prenait aucune précaution, le numérateur serait donc à ce moment-là 20 fois plus grand qu'en marche normale, l'effet Joule 400 fois plus grand, et par suite le moteur serait vite hors d'usage. Pour ramener l'intensité à une valeur normale, il suffit d'augmenter le dénominateur en introduisant dans le circuit de l'induit une résistance convenable que l'on supprimera ensuite progressivement à mesure que la force électromotrice inverse augmentera. Pour un moteur de 1 kw sous 110 volts par exemple, absorbant en période normale un courant de 9 ampères, on mettra un rhéostat d'une douzaine d'ohms.

Les caractéristiques les plus intéressantes pour un moteur sont celles qui relient la vitesse et le couple à l'intensité absorbée.

Désignons par φ le flux, par n le nombre de conducteurs, par N la vitesse ; nous avons d'abord la relation :

$$E = N n \varphi 10^{-8}$$

Si nous ne faisons pas varier le flux en manœuvrant le rhéostat du circuit d'excitation, comme n est constant, N sera proportionnel à E. Comme entre la marche à vide et la marche à pleine charge, E ne diminue que de 5 %, lorsque la tension d'alimentation U est constante, la vitesse ne diminuera elle aussi que de 5 % ; elle est pratiquement constante.

Mais si nous faisons varier le flux φ en agissant sur le rhéostat d'excitation, comme le produit $N\varphi$ doit rester constant, la vitesse variera en sens inverse. Ainsi, quand on diminue le flux, la vitesse augmente.

Etudions maintenant le couple. La loi de Laplace montre que la force qui s'exerce sur les fils de l'induit est proportionnelle au flux et à l'intensité du courant ; le couple est donc de la forme $C = k I \varphi$.

Pour un flux déterminé, le couple est donc proportionnel à l'intensité; pour une intensité déterminée, le couple est proportionnel au flux. Ainsi, si pour un couple résistant donné on diminue le flux pour augmenter la vitesse, l'intensité augmente également, ce qui est assez naturel puisque la puissance demandée est plus grande.

Sur la figure 8, on a représenté en fonction de l'intensité les valeurs de la vitesse et du couple en indiquant par un trait pointillé celles qui correspondent à un flux plus faible. Il est évident que ce que nous entendons par couple, ce n'est pas seulement le couple utile, c'est le couple total y compris celui

Digitized by Google

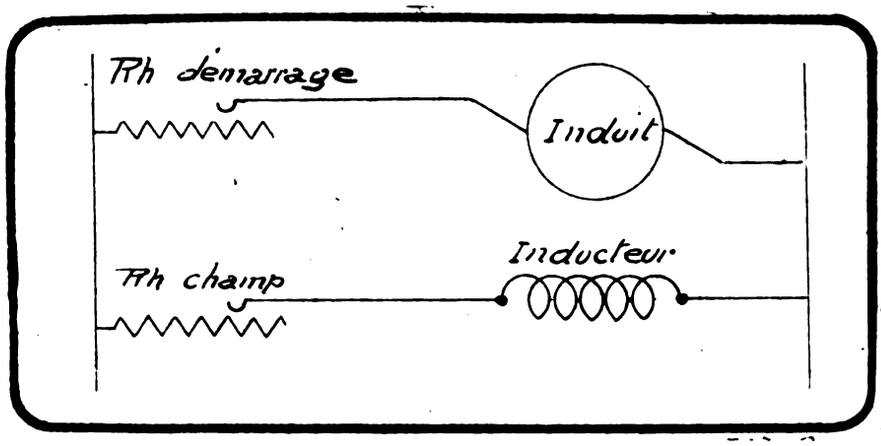


Fig. 9.

qui correspond à l'hytérésis et aux frottements.

On peut remarquer que les droites A B et A' B' ne sont pas limitées à l'axe des ordonnées. Pour des vitesses un peu plus grandes que la normale, le courant principal change de sens et la machine devient génératrice.

Une variation importante de la tension aux bornes fait varier la vitesse, mais cet effet est plus ou moins important suivant le degré de saturation de la machine. Si le circuit n'est pas saturé, le flux augmente à peu près proportionnellement à la tension, en sorte que la vitesse reste sensiblement constante. Si au contraire le circuit magnétique est complètement saturé, le flux reste constant malgré les variations de tension, et la vitesse varie beaucoup.

Le montage d'un moteur shunt, avec son rhéostat de démarrage et son rhéostat d'excitation se fait généralement suivant le schéma de la figure 9. Ce serait une grosse faute de brancher directement le circuit inducteur aux bornes mêmes de l'induit, parce qu'au démarrage le flux et par suite le couple seraient très faibles.

Les caractéristiques d'un moteur série sont tout à fait différentes des précédentes. Voyons par exemple, la relation qui lie le couple à l'intensité. La formule

$$C = k\,I\varphi$$

nous montre que pour de très petites intensités, φ étant proportionnel à I, le couple est de la forme

$$C = k'\,I^2$$

Il est représenté par une portion de parabole (fig 10).

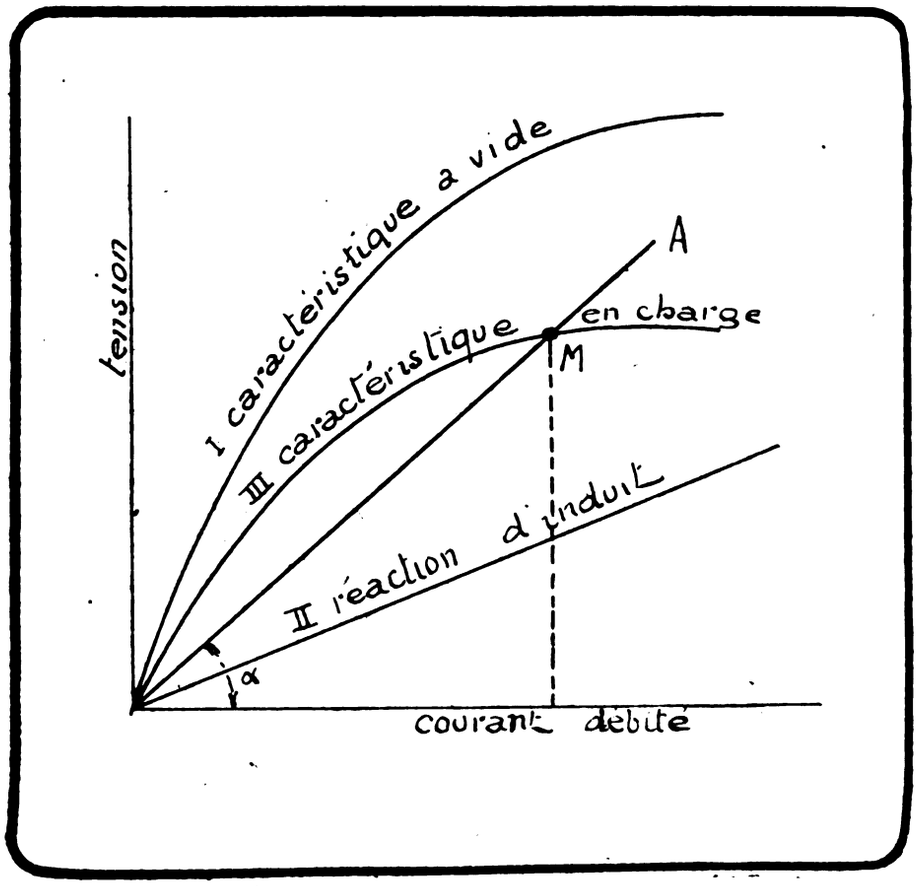


Fig. 10.

Au contraire quand l'intensité est devenue assez grande pour que le fer soit pratiquement saturé, φ doit être considéré comme constant et la formule s'écrit :

$$C = k''\,I$$

La courbe devient alors une droite qui se raccorde à la parabole précédente.

Quant à la vitesse, elle est loin d'être constante. A vide, par exemple, l'intensité absorbée est très faible, le flux également. La relation

$$E = N n \varphi\, 10^{-8}$$

montre que dans ces conditions N doit être considérable. Au contraire, pour des intensités élevées, la machine étant saturée, tout se passe comme pour une machine shunt et la vitesse ne diminue plus que lentement.

Ainsi un moteur série s'emballe à vide. On ne peut donc l'employer que lorsque le couple moteur croît rapidement en même temps que la vitesse (ventilateurs) ; il est dangereux de lui faire conduire un appareil quelconque au moyen d'une courroie, car celle-ci peut sauter, ce qui permettrait au moteur de tourner à une vitesse exagérée. Au contraire, le moteur shunt qui a une vitesse pratiquement constante peut être employé dans la plupart des cas .

Digitized by Google

LA TECHNIQUE RADIOELECTRIQUE

ÉTUDE ÉLÉMENTAIRE DU FONCTIONNEMENT DES DIFFÉRENTS MONTAGES CHANGEURS DE FRÉQUENCE

(Suite)

par Y. DOUCET

■ ■ ■ ■ ■

3° CONSTITUTION D'UN POSTE " CHANGEUR DE FRÉQUENCE "

RAPPELONS le principe du montage. On a vu au début du précédent article (*) qu'on trouvait préférable non pas d'amplifier le courant haute fréquence tel que le fournit l'antenne, mais de changer d'abord sa fréquence et de ne l'amplifier qu'ensuite.

Donc le poste va posséder aussitôt après le collecteur d'ondes un ensemble destiné à effectuer cette opération. C'est ce que nous appellerons le " changeur de fréquence proprement dit ". A sa sortie le courant sera dirigé par l'intermédiaire d'un transformateur de liaison dans un amplificateur. L'usage veut que ce transformateur s'appelle " filtre " ou " tesla " et que l'amplificateur soit dit de " moyenne fréquence ". C'est ce courant amplifié qu'on détectera, c'est-à-dire qu'on abaissera à une fréquence audible tout en rendant sa valeur moyenne différente de zéro. Si l'intensité n'est pas suffisante pour actionner un haut-parleur on l'amplifiera encore en l'envoyant dans un " amplificateur basse fréquence " au moyen d'une liaison par transformateur.

Le schéma de principe comportera donc les organes A, B, C, D, E de la figure 6.

Le collecteur d'onde A est quelquefois une antenne mais presque généralement un cadre, étant donné la grande possibilité d'amplification.

Le changeur de fréquence proprement dit, B, dont la composition fait le sujet de cette étude élémentaire sera envisagé plus loin.

L'amplificateur moyenne fréquence C était à l'origine un amplificateur à résistance. On lui substitue aujourd'hui, pour des raisons de sensibilité et de sélectivité, un amplificateur à transformateurs accordés.

La détection D se fait par le moyen classique de la résistance shuntée de grille.

L'amplificateur basse-fréquence E, lui non plus, n'a rien de particulier. Il est d'ailleurs possible de s'en dispenser bien souvent.

La partie caractéristique de ce montage réside donc, en définitif, uniquement dans le bloc B.

(*) *Voir Radioélectricité de Février 1930.*

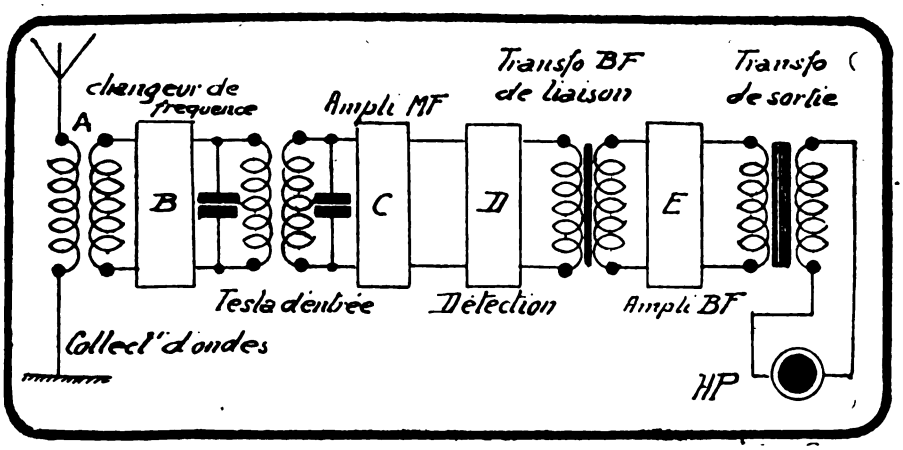


Fig. 6.

4° LE BLOC " CHANGEUR DE FRÉQUENCE " PROPREMENT DIT.

On a vu que la composition de deux mouvements vibratoires de fréquences F et F' donnaient par le phénomène de " battement " un mouvement vibratoire de fréquence F—F' et par le phénomène de modulation des mouvements de fréquence F'—F et F'+F.

Comment réalise-t-on matériellement cette composition ? Le courant de fréquence F est celui induit par l'onde hertzienne dans l'antenne (ou le cadre).

Celui de fréquence F' est créé à la réception par une " hétérodyne " ou plus généralement par une lampe fonctionnant en oscillatrice.

a) *Le changement de fréquence par détection.* — Faisons agir ces deux courants dans un même circuit oscillant auquel on les couple par induction (fig. 7). Il va ainsi coexister dans ce circuit deux courants induits de fréquence F et F'. A chaque instant si

$$i_1 = I_1 \sin 2\pi Ft$$

est le courant créé par l'onde incidente, et si

$$i_2 = I_2 \sin 2\pi F't$$

est le courant créé par l'hétérodyne H, on a

$$i = i_1 + i_2$$

On sait (*) que cette somme de deux vibrations s'écrit

$$i = I \sin (2\pi Ft + \Phi)$$

et que si F varie peu avec le temps, l'amplitude I par contre varie dans de grandes limites. Si on a

$$I_2 > I_1$$

On a vu que I variait sinusoïdalement dans le temps entre les limites $I_2—I_1$ et I_2+I_1. L'amplitude des variations est I_1 et elles ont lieu autour

(*) *Radioélectricité, n° 71, p. 24.*

Digitized by Google

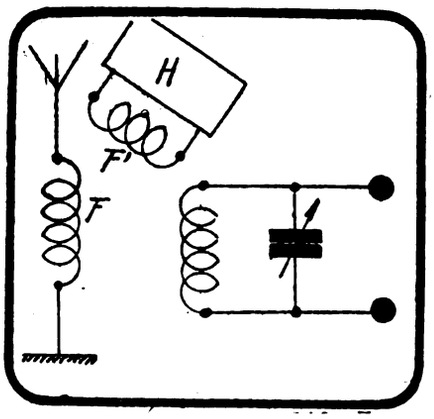


Fig. 7.

des droites $\pm I_2$. Les maxima et minima se suivent à la fréquence |F—F'| et constituent le phénomène de battement.

Accordons notre circuit LC (fig. 7) sur la fréquence |F—F'|. Mettrons-nous ainsi un courant en évidence par le phénomène de résonance ?

Evidemment non. Ce qui existe dans le circuit oscillant couplé au collecteur d'onde d'une part, à l'hétérodyne d'autre part, c'est le courant

$$i = I \sin (2\pi Ft + \Phi)$$

de fréquence sensiblement fixe F et de valeur voisine de $\frac{F+F'}{2}$. Le " courant de battement " n'a pas de réalité objective. Pour le faire apparaître il est nécessaire de détecter.

En effet la détection a pour effet de donner à i une valeur moyenne différente de zéro. Ce qui reste après suppression des alternances négatives c'est un courant continu plus un courant sinusoïdal de fréquence F—F' qu'on peut dès lors faire apparaître par résonance.

La nécessité de la détection pour faire apparaître le courant de battement se comprendrait mieux par une analyse mathématique. On la trouvera dans *Radioélectricité* de décembre dernier sous la signature de P. Olinet.

En résumé le circuit changeur de fréquence va comprendre une hétérodyne et une détectrice. Ceci nous conduit au schéma de la figure 8.

C'est ce montage que nous envisagerons par la suite lorsque nous parlerons d'un " changeur de fréquence par détection ".

b) *Le changement de fréquence par modulation.* — Il ne s'agit plus ici de superposer dans un même circuit deux courants de fréquences légèrement différentes. On a vu, en effet, que la modulation ne se traduit pas par une addition de mouvements sinusoïdaux mais par une multiplication, mathématiquement parlant.

On reçoit une onde qui produit dans un circuit en résonance le courant :

$$i_1 = I_1 \sin 2\pi Ft$$

Il s'agit (*) de faire varier sinusoïdalement dans le temps l'amplitude maximum I_1. Le procédé tiré de la " détection par modulation-plaque " de M. Jouaust est le suivant :

Le courant incident de fréquence F établit entre le —4 et la grille d'une lampe à trois électrodes une différence de potentiel alternative. La plaque de cette lampe, au lieu d'être portée à un potentiel continument positif, comme c'est le cas général, est soumise à un potentiel alternatif de fréquence choisie. Cette différence de potentiel est créée par une lampe qui fonctionne en oscillatrice sur le fréquence F'. Il n'existe un courant filament plaque que lorsque celle-ci est positive. Par conséquent l'amplitude maximum I_1 varie sinusoïdalement à une fréquence imposée par l'oscillateur. On a

$$i = (I_1 + I_2 \sin 2\pi F't) \sin (2\pi Ft + \varphi)$$

On sait que cette expression peut être considérée comme la somme de trois fonctions sinusoïdales de fréquences F, F'—F, et F'+F. Physiquement parlant, tout se passe comme si on avait en plus du courant

$$i_1 = I_1 \sin 2\pi Ft$$

deux autres courants

$$i' = \frac{I_2}{2} \cos [2\pi (F' - F)t - \varphi]$$

et

$$i'' = \frac{I_2}{2} \cos [2\pi (F' + F)t + \varphi]$$

Il n'y a donc pas besoin — comme précédemment — de détecter pour faire apparaître le courant de fréquence F'—F.

Le montage décrit est celui du schéma figure 9. Dans le circuit LC existe le courant incident de fréquence F qui est modulé par celui de l'oscillateur à fréquence F'. On peut donc le mettre en résonance soit sur la fréquence F—F', soit sur la fréquence F+F' (*).

C'est ce montage que nous envisagerons par la suite lorsque nous parlerons des " changeurs de fréquence par modulation ".

c) *Classification.* — La modulation nous permet d'obtenir non seulement la fréquence de différence |F—F'| mais encore la fréquence F+F'. Ceci correspond donc à une diminution de la longueur d'onde. On peut aussi choisir F' de façon que la " moyenne fréquence " F'—F soit plus grande que F. On aura encore une diminution de

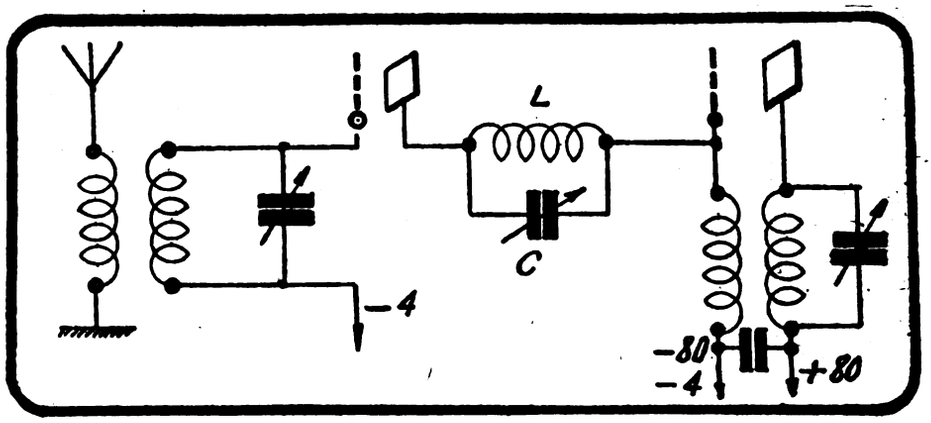


Fig. 9.

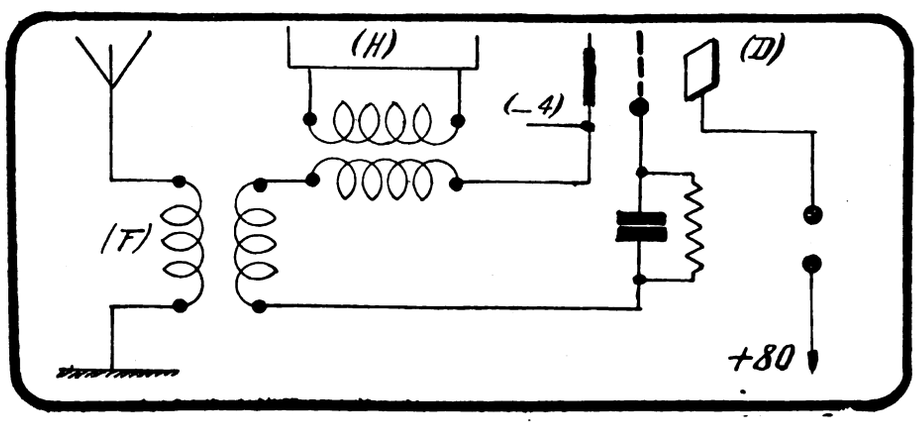


Fig. 8.

(*) *Loc. cit.* p. 26.

(*) *On peut aussi la mettre en résonance sur la fréquence F, mais cela n'est évidemment pas intéressant.*

Digitized by Google

la longueur d'onde. Ce n'est évidemment pas le but que l'on se proposait, au moins à l'origine des changeurs de fréquence. Comme il existe cependant des postes récepteurs qui fonctionnent mieux sur les courtes longueurs d'onde que sur les grandes, on peut les faire précéder d'un dispositif abaisseur de longueur d'onde. Le montage appartient alors à la classe des " Infradynes ". Tous ceux dans lesquels on augmente la longueur d'onde — les premiers historiquement — forment la classe des " Supradynes ".

Ainsi tous les postes changeurs de fréquences se subdivisent actuellement en deux grandes classes :

1° Ceux dans lesquels on abaisse la fréquence incidente et qui sont les supradynes.

2° Ceux dans lesquels on élève la fréquence incidente et qui sont les infradynes.

Dans les premiers comme dans les seconds on peut obtenir le changement de fréquence par détection ou par modulation. Chaque famille se subdivise donc en deux ordres :

1° Ceux dans lesquels il y a addition d'oscillations (détection) ;

2° Ceux dans lesquels il y a multiplication d'oscillations (modulation).

La partie changeuse de fréquences des supradynes à détection peut comporter une ou deux lampes.

Si la détectrice et l'oscillatrice (hétérodyne) sont deux lampes distinctes, on obtient le " Superhétérodyne " classique. La détection est du type classique (résistance shuntée de grille) ; ou elle utilise la courbure inférieure de la caractéristique plaque ; ou encore elle est munie du dispositif de réaction (genre Reinartz, par exemple).

Si une seule lampe triode accomplit les fonctions de détectrice et d'oscillatrice on obtient les supradynes de l'espèce " Tropadyne ", " Superhotodyne " ou dispositif dit du " second harmonique ".

Les supradynes utilisant la modulation peuvent être composés aussi d'une ou de deux lampes.

" L'Ultradyne " et " l'Ultramodulateur " sont deux montages qui utilisent deux lampes triodes pour obtenir le changement de longueur d'onde. L'une remplit la fonction oscillatrice, l'autre la fonction modulatrice.

Si l'on met la grille oscillatrice et la grille modulatrice dans la même ampoule en conservant une plaque commune, c'est-à-dire si on utilise une lampe bigrille, on a un radiomodulateur à une lampe.

Un autre genre de supradyne qu'on trouve bon de classer dans la catégorie des modulateurs à une lampe est le " Strobodyne ". D'après son auteur M. L. Chrétien, le fonctionnement s'expliquerait cependant non par une modulation, mais par un phénomène uniquement stroboscopique. Mais comme, d'autre part, il est possible de se rendre compte de l'allure du phénomène physique dans les modulateurs par une explication * utilisant la stroboscopie, il est loisible de placer le strobodyne avec les modulateurs.

Quant aux infradynes, le changement de fréquence peut se faire aussi, par détection ou par modulation.

La mise au point et le réglage étant déjà délicats du fait de la présence d'un ensemble de super-réaction, on trouve préférable d'employer généralement le changement de fréquence par modulation soit à deux lampes (genre ultradyne) soit à une lampe (genre bigrille).

Le tableau suivant résume cette classification :

Montages changeurs de fréquence	*Supradynes* (On augmente λ)	Changement de fréquence par *Détection* (Add. d'oscil.)	2 lampes triodes (oscillatr. et détect.)	Superhétérodyne.
			1 lampe triode (oscill.-détectr.)	Tropadyne. Superhotodyne. Montage du second harmon.
		Changement de fréquence par *Modulation* (Mult. d'oscil.)	2 lampes triodes (modulatr. et oscil.)	Ultradyne. Ultramodulateur.
			1 lampe	Radiomodulateur bigrille. Strobodyne.
	Infradynes (On diminue λ)	Changement de fréquence par *Détection*	2 lampes triodes	Infrahétérodyne.
			1 lampe triode	(Pratiquement inutilisée).
		Changement de fréquence par *Modulation*	2 lampes triodes	Inframodulateur.
			1 lampe bigrille	Radiomodulateur bigrille.

Il donne uniquement les " familles " de postes en prenant pour caractère de classification la constitution de la partie changeuse de fréquence. Les différentes façons de monter la partie " moyenne fréquence " pour les supradynes ou la partie " super-réaction " pour les infradynes constituent autant " d'espèces " de montages des familles désignées dans le tableau. Ainsi, si un constructeur lance un modèle qui ne se compose que de lampes " bigrille ", il lui donnera un nom spécial qui caractérisera " l'espèce " ou la " variété " de supradyne, mais par sa partie changeuse de fréquence il sera classé dans la famille des Radiomodulateurs.

Cette classification va nous servir de plan d'étude pour expliquer sommairement, à l'aide des notions générales que nous avons vues sur la Détection et la Modulation, les différents montages, en ce qui concerne le bloc changeur de fréquence. Nous laisserons cependant de côté le strobodyne dont le fonctionnement a fait le sujet d'un précédent article. *(Radioélectricité et Q S T* de décembre 1929, n° 69, p. 17).

II. LES SCHÉMAS DE MONTAGE

Rappelons rapidement tout d'abord ce que nous avons déjà vu précédemment.

Après avoir donné, dans une introduction, la théorie simple de la Stroboscopie, des Battements, et de la Modulation, phénomènes physiques qu'on utilise dans les changeurs de fréquence, nous avons vu en quoi consistaient ceux-ci. Nous les avons disséqués en cinq parties pour nous occuper uniquement de la seconde : le bloc changeur de fréquence. C'est à ce moment que nous avons utilisé les notions générales dont une idée a été donnée dans l'introduction. Nous avons constaté alors que — dans une théorie simplifiée, tout au moins — on pouvait classer les changeurs de fréquence en deux catégories : ceux dans lesquels on obtient la moyenne fréquence par détection et ceux dans lesquels on l'obtient par modulation. Ceci nous a conduit au tableau de classification que le lecteur trouvera à la fin du précédent article.

Nous avons ainsi en main toutes les données élémentaires nécessaires à la compréhension des montages qu'on utilise pour changer la fréquence de l'onde reçue. Il ne reste donc plus qu'à envisager les différentes manières de monter les blocs « changeur de fréquence » suivant les principes exposés précédemment. Nous suivrons pour cela le plan qui se trouve tout indiqué par le tableau de classification.

Nous envisagerons donc d'abord parmi les supradynes ceux dans lesquels on cherche à additionner le courant produit par l'onde incidente de fréquence F et celui créé par un oscillateur local à fréquence F'.

(*) Donner ces explications serait entrer dans une discussion qui sortirait du cadre de cette étude élémentaire.

Digitized by Google

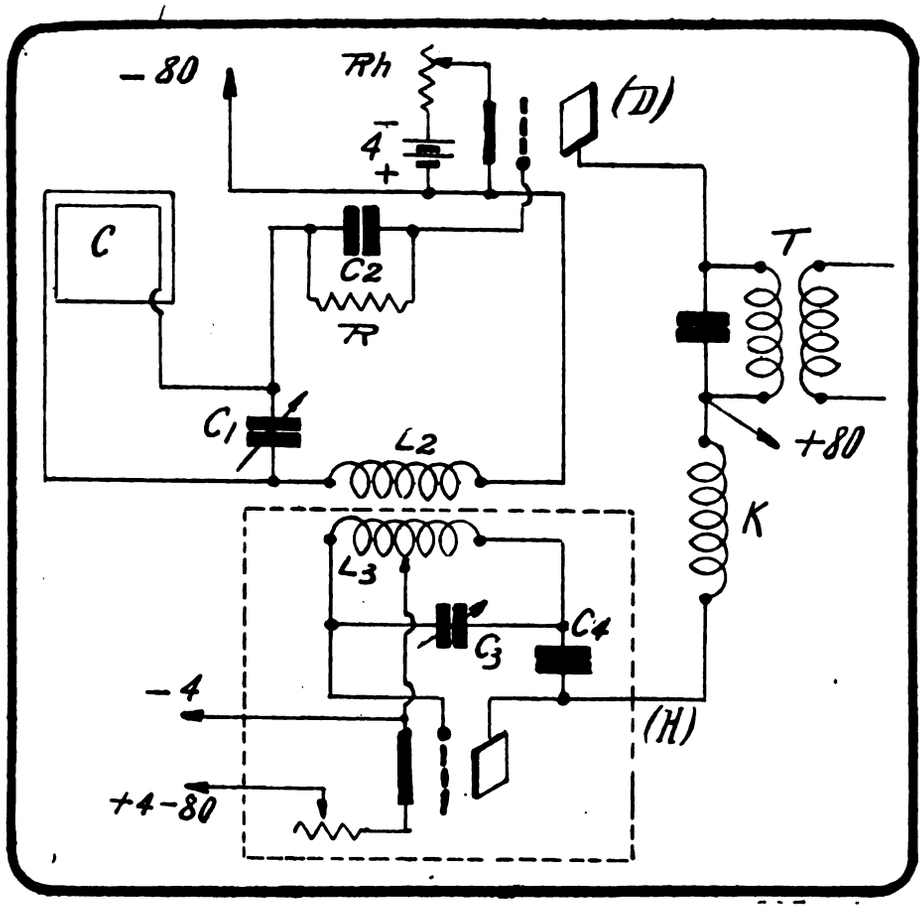


Fig. 10.

1° *Les Supradynes. a)* Type Superhétérodyne. C'est le montage le plus ancien ; c'est l'ancêtre des « changeurs » modernes. Il s'inspire directement du schéma de principe. La fréquence intermédiaire s'obtient, comme on a vu, par addition de l'oscillation incidente avec une oscillation locale. Suivant le principe donné figure 8 * cette opération s'effectue dans une bobine intercalée dans le circuit grille d'une lampe détectrice.

On emploie normalement une hétérodyne classique à couplage électromagnétique et électro-statique. L'alimentation étant la même que celle de la détectrice, il faut monter les plaques en parallèle et par suite intercaler le condensateur C_4 (valeur 0,25 millième de μF environ) ; pour couper tout courant haute-fréquence on utilisera une self dite de « choc » K constituée par un bobinage massif de 1.000 à 1.500 tours. La détectrice D n'a rien de particulier. Si on emploie la détection par utilisation de la courbure de la caractéristique grille, on obtient le schéma général de la figure 10.

C'est le cadre de réception accordé par le condensateur variable à démultiplication C_1 (valeur habituelle : 0,5 millième de μF). Les bobines L_2 et L_3 sont à couplage fixe. La self L_3 sera telle qu'on puisse obtenir avec C_3 sensiblement la même longueur d'onde que C avec C_1 ; L_2 aura quelques dizaines de spires.

On peut évidemment monter une détectrice à réaction au lieu d'une détectrice ordinaire. Comme, en principe, le super-hétérodyne est destiné à la réception des ondes courtes, il est avantageux de la construire suivant le schéma Reinartz. La figure 11 en donne un exemple : le cadre (système d'accord) est à prise médiane ; C_r est le condensateur d'accrochage (valeur 0,15 millième de μF environ).

b) Type tropadyne.

Cette catégorie de postes a été classée dans les supradynes à détection à une seule lampe triode. On peut songer en effet à faire accomplir par la même lampe les fonctions de détectrice et d'oscillatrice. Pour obtenir la détection on utilisera la méthode du condensateur shunté (détection-grille) et pour obtenir un courant oscillatoire à fréquence F' on montera les bobines oscillatrices L_2 et L_3 dans les circuits grille et plaque. L'ensemble L_3 C_3 sera mis en résonance sur la fréquence F' et l'ensemble C C_1 sur la fréquence F de l'onde reçue. Remarquons cependant que le circuit oscillant L_3 et le circuit récepteur C se trouveront tous deux en série dans le circuit grille. Or, l'un serait parcouru par un courant à fréquence F, l'autre par un courant de fréquence peu différente F'. Il est

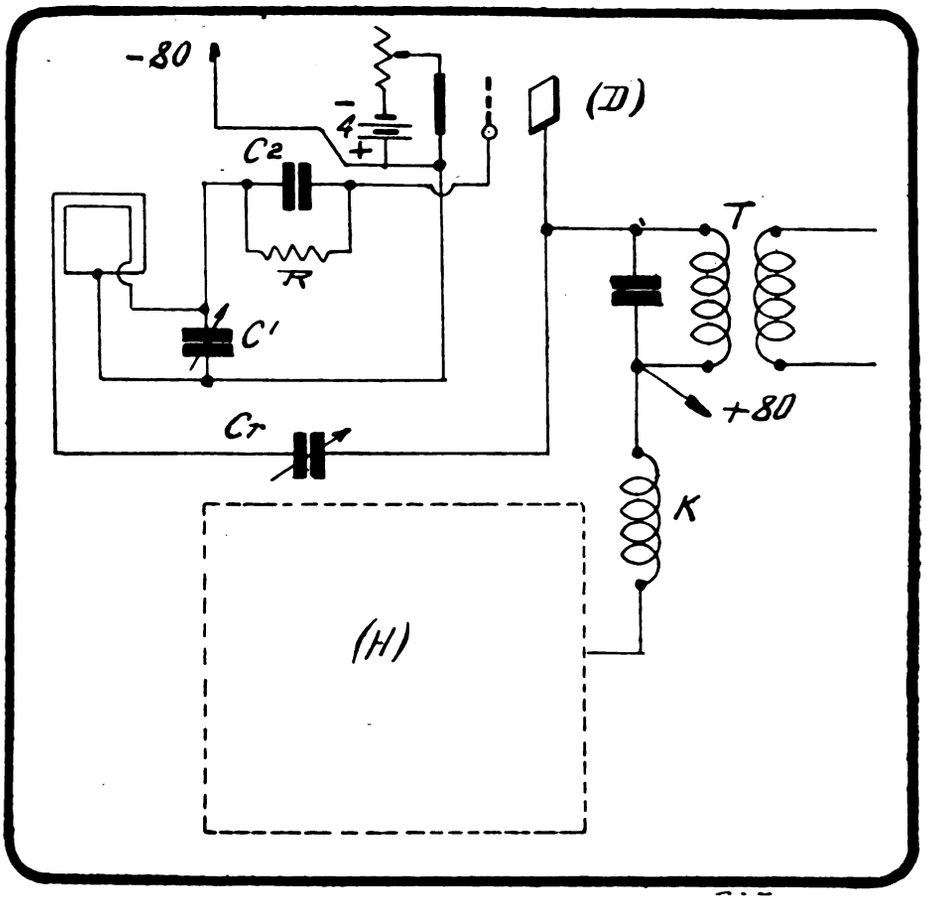


Fig. 11.

(*) *Voir « Radioélectricité » de mars* 1930.

Digitized by Google

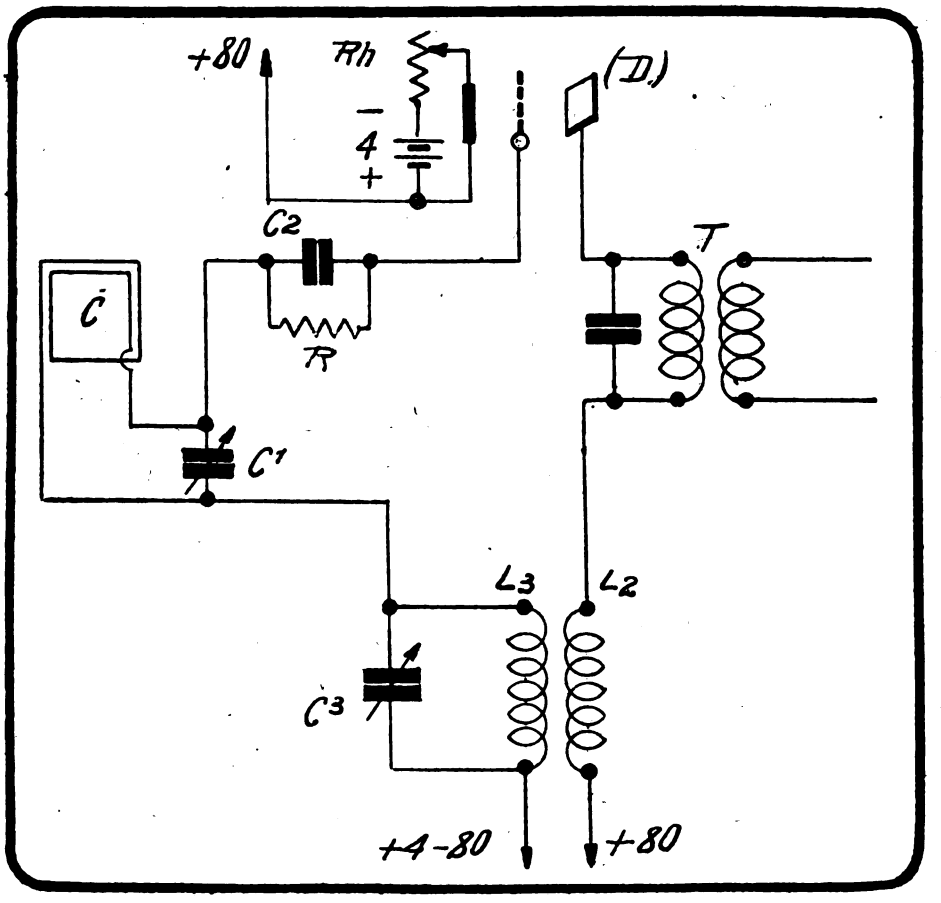


Fig. 12.

impossible de réaliser ces deux accords: la lampe se mettrait à osciller sur la fréquence F. On dit que le changeur de fréquence est « bloqué ». Comment éviter ce bloquage? En modifiant légèrement le schéma de principe que nous venons de décrire (fig. 12). Au lieu de mettre la bobine L_3 entièrement en série dans le circuit grille, on n'en intercale que la moitié en faisant une prise médiane, l'autre extrémité de la bobine va, évidemment, au — 4. Il se trouve alors que la batterie de chauffage est court-circuitée à travers le cadre C et la moitié de la bobine oscillatrice de grille L_3. Pour éviter cela et néanmoins pour laisser passer le courant haute-fréquence, on dispose entre L_3 et C un condensateur C' d'environ 0,5 millième de μF. On réalise ainsi le schéma de la figure 13 qui donne le montage du tropadyne.

c) Type superhotodyne.

Les montages de ce type appartiennent à la même catégorie que ceux du tropadyne. Ils partent d'ailleurs du même principe : Faire détecter à une lampe des oscillations de fréquence F tout en la faisant osciller sur la fréquence voisine F' et cela sans éviter le « bloquage ».

Comme précédemment, on n'intercale en série dans le circuit grille qu'une partie du circuit oscillant L_3 C_3. Mais au lieu de faire la prise vers le milieu géométrique de la bobine L_3 on la fait au « milieu » de la capacité c'est-à-dire qu'on partage C_3 en deux condensateurs placés en série et qu'on fait la prise entre eux deux. Comme ils ont leurs armatures internes reliées l'une à l'autre, on les réunit en une seule pour former une sorte de « compensateur » à plusieurs lames. La capacité devant rester invariable on emploie un condensateur dont les 2 groupes de lames fixes (isolées électriquement) sont décalées l'une par rapport à l'autre de 180°, comme dans les condensateurs équilibrés. Le montage obtenu est celui de la figure 14.

a) Type dit du «second harmonique».

On sait que toute évolution périodique se décompose physiquement en une série de termes sinusoïdaux de fréquence f, $2f$; $3f$;... la fréquence f étant celle du premier terme appelé terme fondamental parce qu'il est généralement prédominant ; et les suivantes celles des « harmoniques ». Ainsi un courant non rigoureusement sinusoïdal dont le fondamental a pour fréquence $\frac{F'}{2}$ possède comme harmoniques des courants de fréquences F' $\frac{3F'}{2}$ 2 F'... dont les amplitudes sont de plus en plus faibles.

En appliquant cette remarque aux montages envisagés précédemment nous voyons qu'il est possible d'accor-

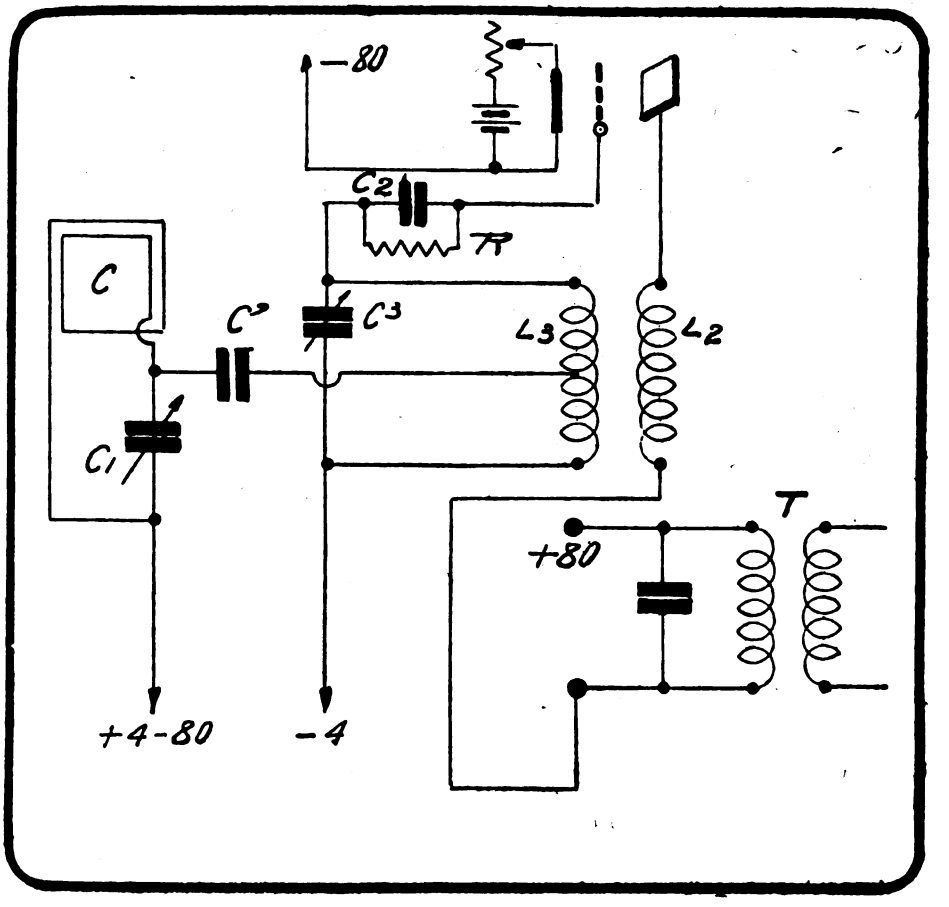


Fig. 13

Digitized by Google

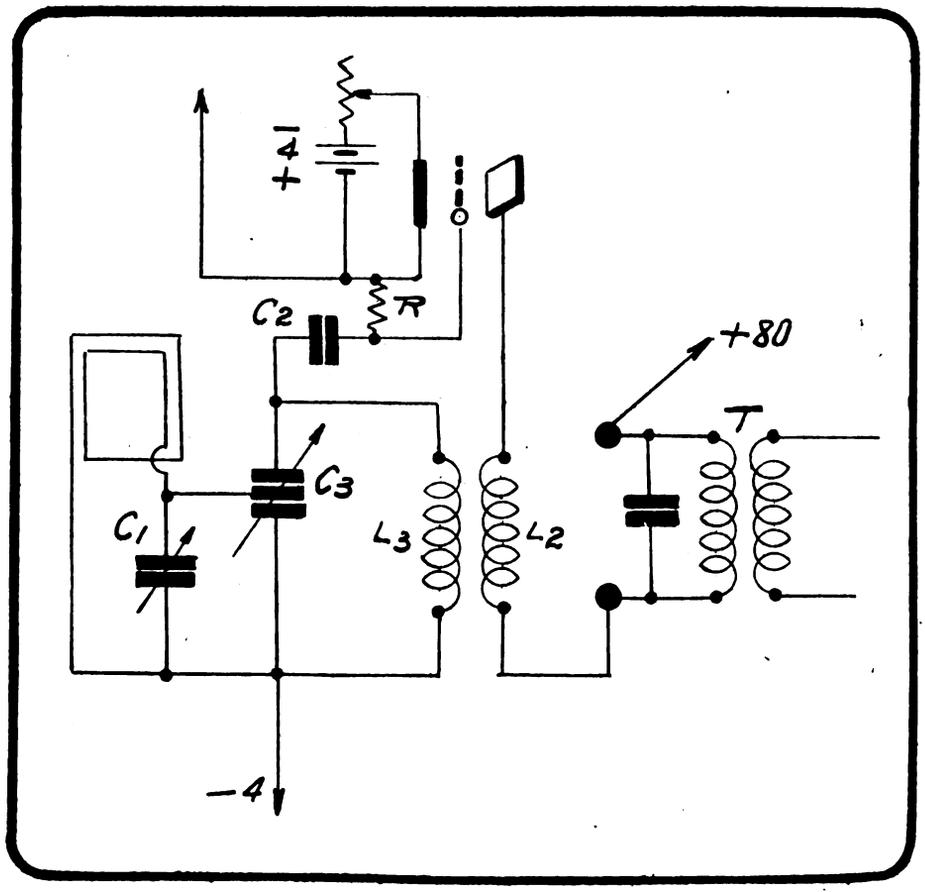


Fig 14.

e) Type ultradyne.

Le principe d'obtention de la fréquence intermédiaire est tout différent de celui que nous avons vu jusqu'ici. Nous avons, en effet, classé l'ultradyne parmi les modulateurs.

Dans toute cette catégorie d'appareils le changement de fréquence se fait non plus par une addition de deux oscillations mais par la modulation de l'une par l'autre.

On a vu figure 9 le montage de la détection Jouaust. C'est cela qu'on applique presque sans changement dans l'ultradyne (fig. 16). Le Tesla (passage du changeur de fréquence à l'amplificateur M.F.) se trouve ici entre grille et plaque des deux lampes. Les divers éléments conservent les mêmes valeurs que précédemment (les lettres se correspondent). Le condensateur C' qui se trouve en plus a une valeur de 2 millièmes de μF.

f) Type ultramodulateur.

Il dérive de l'ultradyne. Si on réunit les deux plaques ainsi que le retour du circuit d'accord au circuit oscillateur (bobine grille) on obtient une modulation du courant par induction de C_2 L_3 dans la bobine plaque reliée à la plaque de la détectrice.

Cette dernière self se trouve ainsi parcourue par le courant modulé. On le recueille dans le transformateur de sortie (Tesla) qui peut donc être

der le circuit oscillateur L_3 C_3 sur la fréquence $\frac{F'}{2}$ à condition de donner à ce courant une grande amplitude pour que l'harmonique 2 de fréquence F'_1 qui produira des battements avec le courant de fréquence F, ne soit pas négligeable. Ceci est particulièrement intéressant lorsqu'on cherche à faire remplir par la même lampe les 2 fonctions détectrice et oscillatrice.

On a vu (fig. 12) qu'en montant dans le circuit grille une self d'accord C et une bobine oscillatrice L_3 la lampe se bloquait, c'est-à-dire oscillait sur la fréquence F ; l'accord de l'oscillatrice (sur F') étant trop voisin de celui du circuit de réception.

Si l'on met le circuit oscillateur en résonance sur la fréquence $\frac{F'}{2}$ et si l'harmonique de fréquence F' n'est pas négligeable on obtient des battements avec la fréquence incidente. L'accord de l'oscillatrice sur $\frac{F'}{2}$ étant très différent de celui du cadre C, n'amorcera pas d'oscillations à fréquence F. Ainsi le montage théorique de la figure 12 est rendu pratique. Tous les postes à changeur de fréquence par le procédé dit du « second harmonique » en dérivent immédiatement. Le montage type est celui de la figure 15.

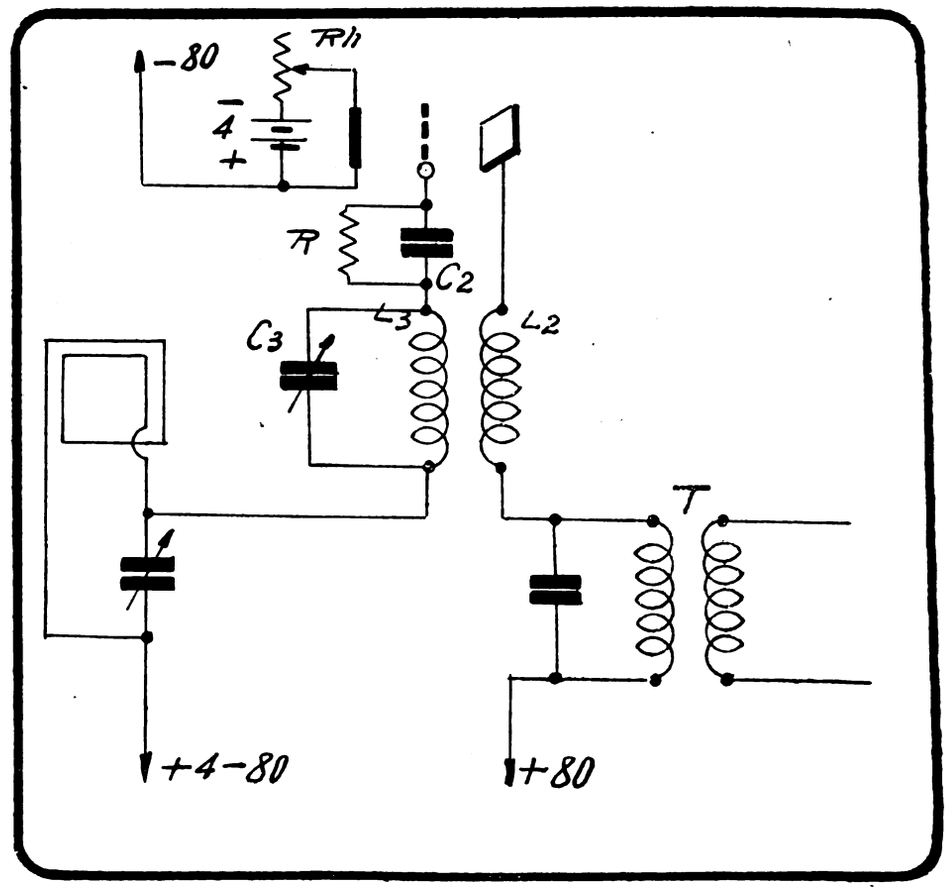


Fig. 15.

Digitized by Google

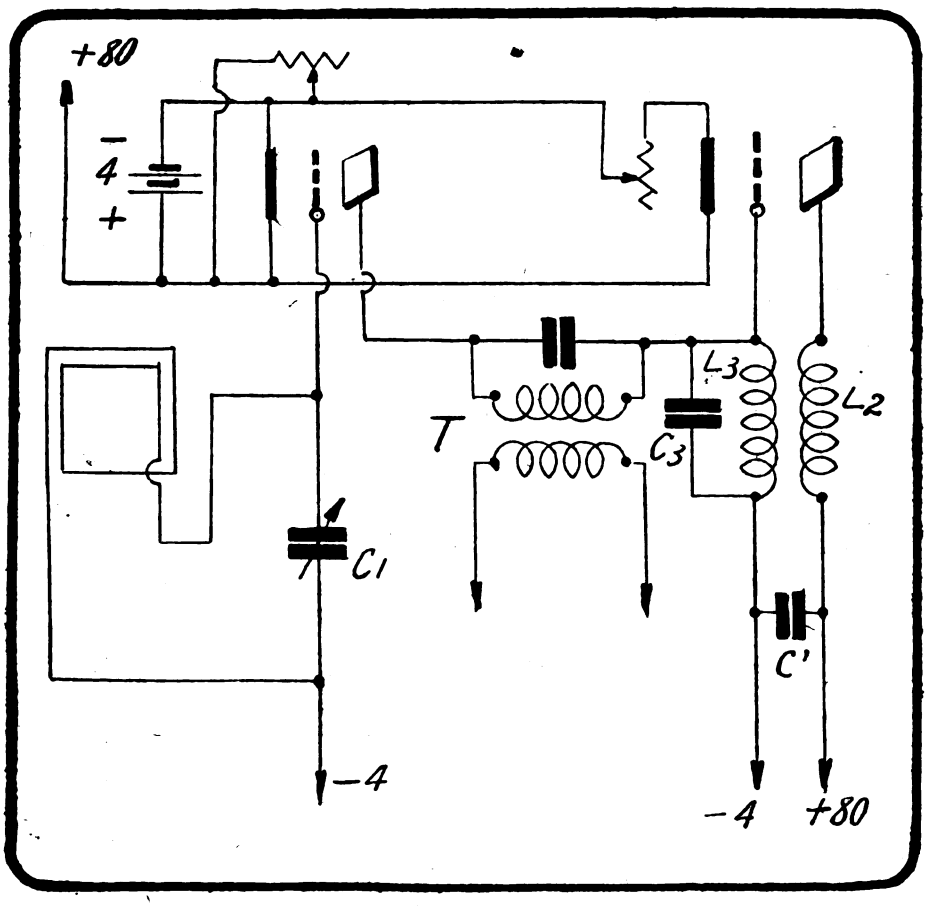


Fig. 16.

en série avec la bobine plaque de l'oscillatrice (fig. 17).

g) Type bigrille.

Reprenons l'ultramodulateur précédent et remarquons que les deux plaques sont réunies directement l'une à l'autre. D'autre part le fonctionnement montre que le chauffage des filaments est sensiblement le même. Rien n'empêche donc de confondre les deux plaques en une seule et les deux filaments en un autre unique pour ne plus employer qu'une seule ampoule. On réalise la lampe bigrille à 4 électrodes : filament grille intérieure, grille extérieure, plaque.

Le montage du Radiomodulateur bigrille (fig. 18) est celui de l'Ultramodulateur, si on considère la grille intérieure de la Bigrille comme étant celle de l'oscillatrice. Le Tesla d'entrée, comme précédemment se place à la suite de la bobine de plaque L_2. L'ensemble oscillateur L_2 L_3 est fixe et très serré ; certaines précautions sont à prendre pour son montage. La plaque n'a plus besoin, ici, d'être portée comme dans les triodes à 80 volts, une tension de 40 à 45 volts est préférable. Les détails pratiques nécessaires à sa construction ont paru sous diverses formes dans l'*Antenne* et dans *Radioélectricité*. Nous n'avons pas à les reproduire.

Le changeur de fréquence par lampe bigrille est, sans conteste, à l'heure actuelle, le « Modulateur » le plus employé.

h) Type strobodyne.

La théorie de ce montage a déjà été donnée en application des phénomènes stroboscopiques dans *Radioélectricité et Q. S. T. Français* du mois de décembre 1929.

Il n'a pas été classé ici dans les supradynes à détection puisqu'il ne comporte ni condensateur shunté de grille ni détection par la plaque. L'explication de son fonctionnement résiderait plutôt dans un phénomène de modulation. Cependant son auteur, M. L. Chrétien, y voit un fait purement stroboscopique. Quoi qu'il en soit on peut comprendre le montage en partant de la figure 12.

Supprimons le condensateur shunté et nous obtenons le schéma de principe du strobodyne : l'oscillatrice L_3 C_3-L_2 peut être considérée comme court-circuitée F' fois par seconde puisque la grille devient négative F' fois par seconde et qu'il ne passe aucun courant filament-grille.

Le circuit récepteur C C_1 qui se trouve lui aussi entre filament et grille est stroboscopé à la cadence F'. Il en résulte un courant « apparent » de fréquence (F' — F)*. Mais, comme dans le tropadyne, il coexiste dans le circuit grille une bobine parcourue par un courant de fréquence F et une autre en résonance sur la fréquence

(*) *Voir « Radioélectricité et Q S T Français », N° 69.*

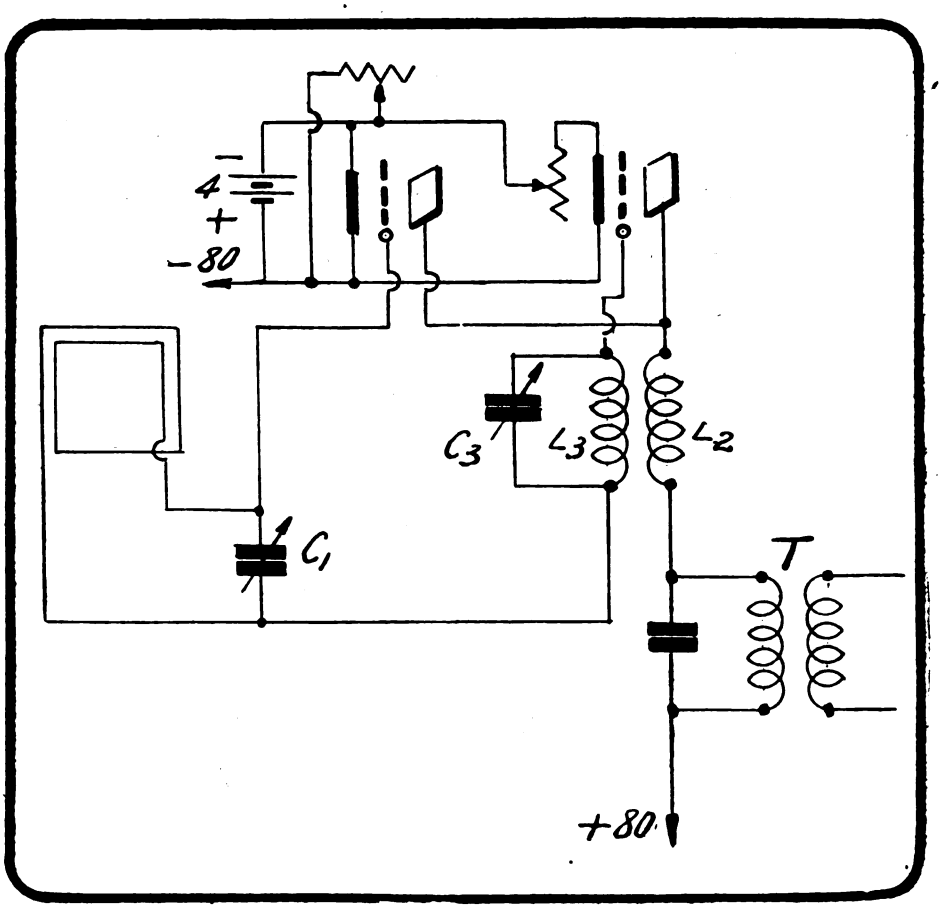


Fig. 17.

Digitized by Google

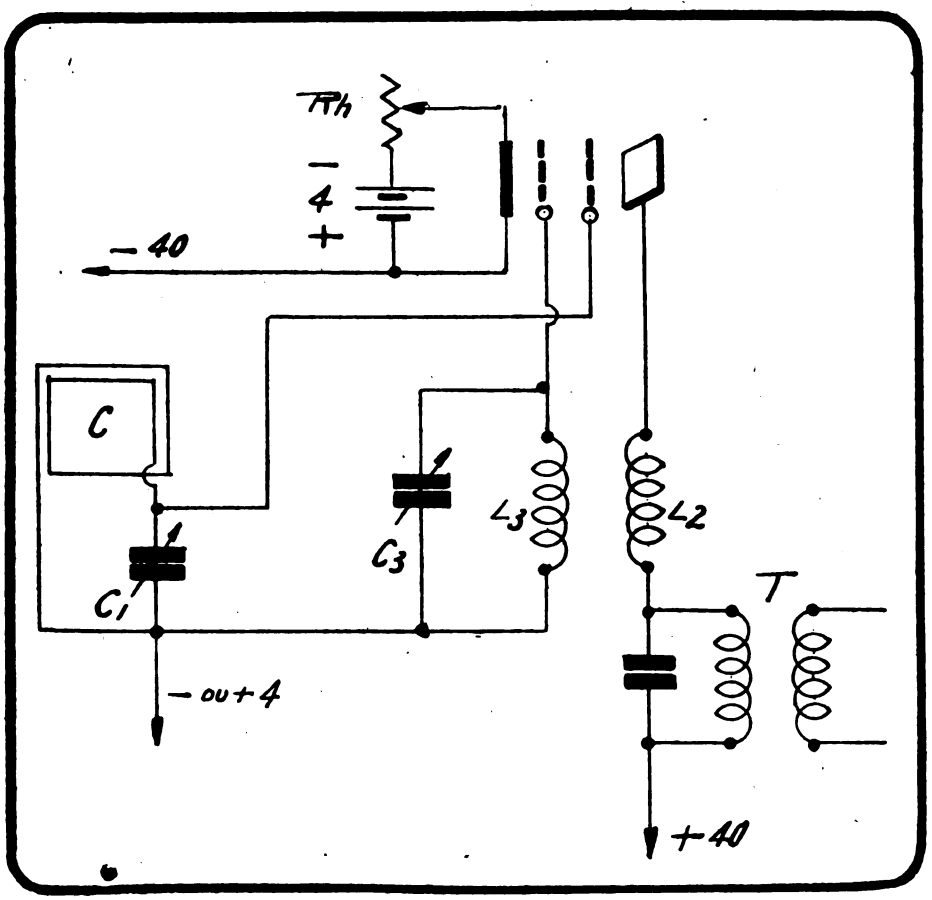


Fig. 18.

voisine F', les mêmes difficultés apparaissent. On évite le « bloquage » d'une façon semblable : en n'intercalant qu'une partie de L_3 dans le circuit grille. Néanmoins on n'aboutit pas au même schéma à cause de l'absence de condensateur fixe et de résistance. L'auteur a été conduit au montage en pont de Wheastone pour « équilibrer » les deux portions de circuit. Comme dans le superhotodyne on fait usage d'un compensateur équilibreur C_e en parallèle sur L_3.

2° *Les Infradynes.* — On a vu dans le principe de la classification que si on choisit comme « moyenne » fréquence une fréquence plus grande que la plus grande des fréquences incidentes, le poste est un infradyne. Pour abaisser la longueur d'onde il faut donc que l'on ait :

$$| F' - F | > F$$

c'est-à-dire $F' > 2F$

ce qui est facilement réalisable ; les modulateurs donnent aussi la fréquence F'+F' ce qui correspond encore à un abaissement de longueur d'onde. On peut évidemment employer comme changeur de fréquence n'importe lequel des montages décrits précédemment en changeant seulement la valeur des bobines oscillatrices.

Comme, à l'usage, ce sont les types ultramodulateurs et bigrilles qui se sont montrés préférables ce sont eux qu'on emploie de préférence.

Le système d'amplification qui les suit n'est forcément pas celui des supradynes puisque ceux-ci sont construits pour amplifier des ondes de 50 à 60 kilocycles alors que les infradynes donnent une onde de 3.000 kilocycles. La seule amplification qui convienne est celle de la super-réaction. A vrai dire le changement de fréquence infradyne n'a été mis au point que pour tirer un meilleur parti des dispositifs super-régénérateurs.

On conçoit que leur réglage soit très délicat.

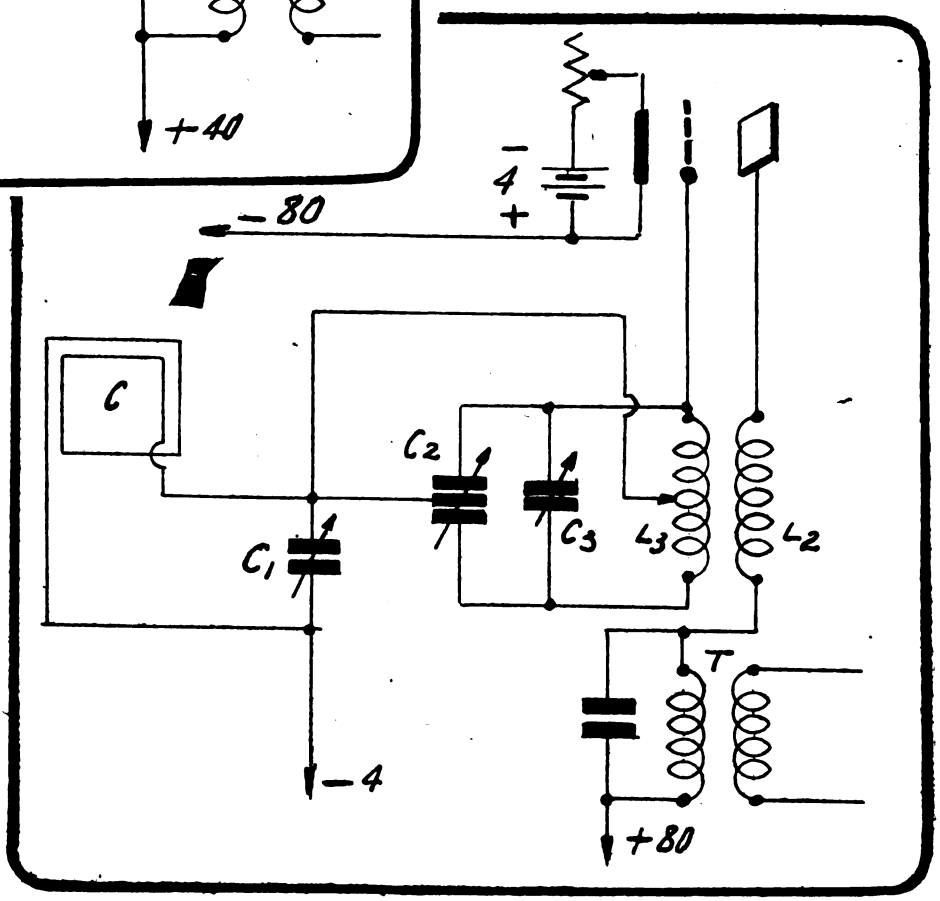


Fig. 19

III. CONCLUSION

Nous avons ainsi passé en revue les types auxquels se rattachent tous les postes changeurs de fréquence anciens ou modernes. Notre intention n'a nullement été d'en donner une description détaillée avec toutes les données pratiques de façon que l'amateur puisse les construire. C'est la raison pour laquelle nous n'avons jamais parlé des amplificateurs M.F. comme des amplificateurs B. F. qui leur font suite quelquefois. Notre étude s'est uniquement bornée au bloc changeur de fréquence proprement dit ; et nous avons simplement voulu donner les explications sommaires indispensables à l'amateur qui veut avoir une idée de la façon dont fonctionne son poste. C'est pourquoi on a donné, dès le début, des indications générales sur les battements et la modulation avant de voir leurs applications aux postes changeurs de fréquence, et d'arriver, ainsi, à une classification des différents montages sur lesquels nous venons de donner des indications élémentaires.

L'amateur qui voudrait monter un de ces postes trouvera toutes les données expérimentales et les détails pratiques aussi bien dans cette revue que dans l'*Antenne* ou dans nombre d'ouvrages de T.S.F. parmi lesquels nous nous plaisons à signaler comme particulièrement documenté celui de M. P. Berché auquel nous nous sommes quelquefois référé.

Digitized by Google

Un ondemètre hétérodyne type " grande capacité "

par André PLANÈS-PY

UN ondemètre, ou, pour parler plus exactement, un « fréquencemètre » parfait peut être établi facilement à prix modéré et être étalonné avec une exactitude suffisante pour le but poursuivi au moyen d'émissions officielles dont la longueur d'onde est connue (1). Un amateur qui, au cours d'un trafic, passe à son correspondant l'interrogation : « QRG? » donne à celui-ci une mauvaise impression de ses connaissances radioélectriques et de l'équipement de sa station. On est indulgent pour un débutant mais on ne peut être que peiné par une demande de ce genre transmise en excellent Morse ou bien modulée : il ne doit pas être permis en 1930 d'ignorer la λ exacte sur laquelle on transmet.

Si on considère les conditions que doit remplir un bon fréquencemètre, on peut admettre qu'il doit être étalonné avec l'exactitude maximum et conserver cet étalonnage pendant un laps de temps aussi long que possible : jusqu'à ce qu'une manœuvre malheureuse ou un accident fortuit agissent sur l'un des organes ou l'ensemble du circuit. Le réglage ne devra pas être affecté d'une façon nette par les variations inévitables de capacités internes des lampes utilisées sur l'appareil, pas plus que par la température ambiante ou les légères variations auxquelles peuvent être sujettes les sources de courant. Enfin le fréquencemètre devra être d'une solidité et d'une robustesse à toute épreuve et comporter un bouton cadran de manœuvre dont la rotation sera suffisamment démultipliée pour permettre des lectures exactes de n'importe quelle fréquence dans la bande couverte par le circuit de mesure. Le réglage effectué doit être stable.

Le type le plus pratique pour l'amateur et aussi le plus simple et d'application universelle est le fréquencemètre à hétérodyne, qui peut être considéré schématiquement comme un circuit générateur : il peut être utilisé aussi bien à l'émission qu'à la réception. N'exigeant qu'une énergie très faible, il peut être étalonné sur une onde type beaucoup plus facilement que les ondemètres courants du type dit « à absorption ».

Le fréquencemètre hétérodyne décrit à la suite permet la détermination rigoureuse des longueurs d'onde : grâce à l'emploi de shunts sur les capacités internes de la lampe au moyen de condensateurs fixes de valeurs déterminées, les écarts de valeurs n'affectent pas de manière sensible l'étalonnage. La réalisation a été étudiée pour que l'instrument soit d'un emploi facile pour l'amateur : tous les organes constituant le circuit sont renfermés dans une boîte d'un transport facile et suffisamment robuste pour répondre à un usage journalier.

Le schéma de cet appareil est donné par la figure 1 ci-dessous. Il représente un Hartley à double bobine (Split Coil), alimentation série. La fréquence d'oscillation est déterminée principalement par les constantes du circuit de grille C_1 - L_1 - C_4 ; l'entrée en oscillations est obtenue par le couplage L_1 - L_2 ; C_2 est l'habituel condensateur de passage. Le jack avec commande d'ouverture et de fermeture du circuit filament est relié à la terre afin que les réglages ne puissent être influencés par le corps de l'opérateur.

Les condensateurs « shunt » (C_5 - C_6) concourent à stabiliser l'étalonnage : dans les montagnes oscillateurs H. F. habituels dans lesquels cette pratique n'est pas usitée, un changement de lampes influe sur l'étalonnage de l'instrument. Les caractéristiques internes des lampes — même si elles sont rigoureusement du même type — varient suffisamment d'un échantillon à un autre pour occasionner un changement notable des chiffres déterminés : ces variations sont naturellement d'autant plus importantes que la fréquence est plus élevée. Lorsqu'on shunte les capacités internes par des condensateurs fixes, la capacité totale du circuit se trouve fixée par les valeurs employées.

Le remplacement de la lampe par une autre du même type affectera la capacité totale, mais celle-ci étant très grande par rapport aux capacités internes du tube, la fréquence de l'oscillateur sera peu affectée. Outre cet avantage, le condensateur fixe en parallèle sur l'inductance grille diminue la plage obtenue par la manœuvre de la capacité variable. Le but de ce condensateur est en somme de faire couvrir toute la bande des fréquences à mesurer par la rotation complète du bouton.

Le montage sera effectué dans un coffret métallique mesurant approximativement 25×17,5 = 10 cm. L'un des panneaux portera le bouton de manœuvre du condensateur d'accord, la commande du rhéostat et le jack. Les organes et les sources de courant sont disposés à l'intérieur (1). C_1 est un 250 MMFD, C_2 un 2.000 MMFD, C_3 : 500, C_4, C_5 et C_6 : 100, ces cinq derniers du type réception. Les selfs sont bobinées à spires jointives sur des tubes isolants de petit diamètre (5 cm. environ), 15 spires seront nécessaires (L_1 et L_2) pour la

(1) *B. Dudley donne en outre les indications pratiques suivantes : Lampe = UX. 199.*

Condensateur d'accord = 250 MMFD National type « Equitune », condensateurs fixes = Sangramo type réception.

Selfs = sur mandrins Silver Marshall.

Bouton cadran = National « N » de 10 cm. de diamètre.

Batterie filament = deux du type « C » (polarisation) de 4,5 volts en parallèle ou trois piles cylindriques de 1,5 volt chacune, en série.

Batterie de plaque = batterie « B » de 22,5 volts ou mieux de 45.

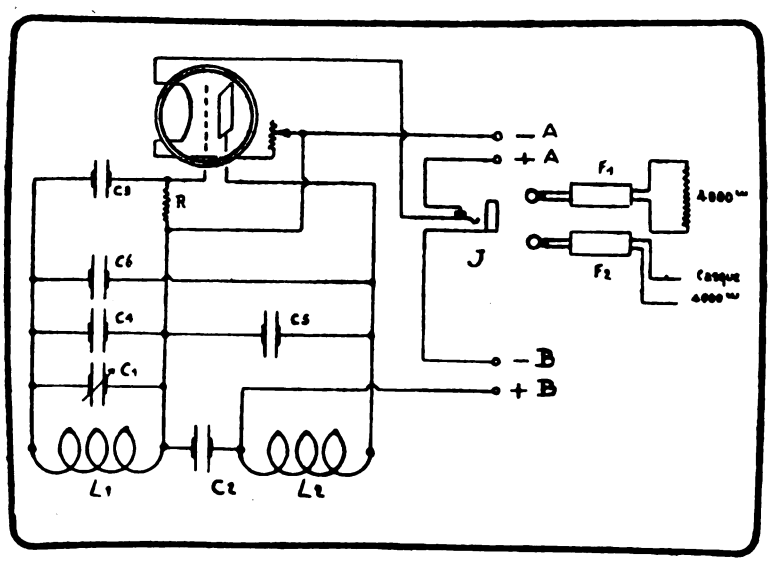


Fig. 1.

(1) Citons les « W » : 1XV, 1AXV, 9XL, WWW, *etc. etc.*

Digitized by Google

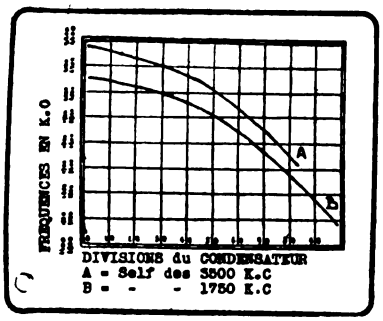


Fig. 2.

bande des 1.750 K. C., 7 spires pour celle de 3.500 K. C. Il est possible d'en prévoir d'autres pour les 7.000, 14.000 et 28.000 K. C. Le sens d'enroulement est le même pour L_1 et L_2, connexions grille et plaque aux extrémités, filament et « + B » au centre. L'enroulement est fixé par une couche de vernis Duco qui s'oppose en outre à l'absorption d'humidité par le guipage coton. Chaque bobine porte 4 broches servant aux connexions avec le circuit.

En exceptant les fils de liaison avec les sources de courants, le câblage est effectué en conducteurs isolés rigides. Le jack employé devra permettre de couper automatiquement le circuit lorsque la fiche est retirée. Enfin une poignée vissée à la partie supérieure facilite le transport de l'appareil.

Avant de réaliser les bobinages, il importe d'être déjà fixé approximativement sur les fréquences que l'on désire mesurer; l'appareil sera approché du récepteur et faiblement couplé avec le circuit détecteur ou la descente d'antenne. On engagera dans le jack une fiche F_1 court-circuitée ou mieux montée sur une résistance égale à celle du casque qui peut être employé pour la mesure d'une onde émise. On déterminera la self du fréquencemètre — ou celle du détecteur — de façon que les deux plages couvertes par les CV respectifs concordent parfaitement et que celle du fréquencemètre déborde un peu de part et d'autre de la bande de réception.

Une solution parfaite consiste à couvrir largement une bande avec la variation de la fondamentale L_1-C_1-C_4 et d'autres bandes (λ plus faibles) à l'aide des harmoniques. On déterminera au besoin avec exactitude les spires de L_1-L_2 pour que cette condition soit remplie (avec les données indiquées il n'y aura pas lieu de faire aucune retouche sinon minime).

On pourra alors envisager l'étalonnage de l'instrument sur des ondes officielles dont la λ précise est communiquée fréquemment par les revues. Il suffit pour une émission donnée de régler le récepteur sur celle-ci, puis le fréquencemètre, réglages effectués « au zéro » c'est-à-dire au point de non audibilité du signal au milieu de sa petite plage de réception : la position du bouton cadran solidaire de C_1 (fréquencemètre) sera déterminée avec précision au dixième de degré à l'aide du vernier spécial dont est muni le bouton cadran. On apportera tous les soins minutieux voulus à cette opération très importante.

On déterminera ainsi le plus de points possible à l'aide de plusieurs émissions officielles et on tracera la courbe sur du papier millimétré : l'axe horizontal (abscisses) portant les divisions du bouton cadran et celui vertical (ordonnées) les fréquences en K. C. La courbe sera tracée en trait fin pour que la précision soit maximum.

Il est intéressant de pouvoir disposer des courbes en double exemplaire : l'une de format réduit est placée derrière une fenêtre de celluloïd sur la partie supérieure avant du fréquencemètre et porte les principaux repères, l'autre, à plus grande échelle, destinée

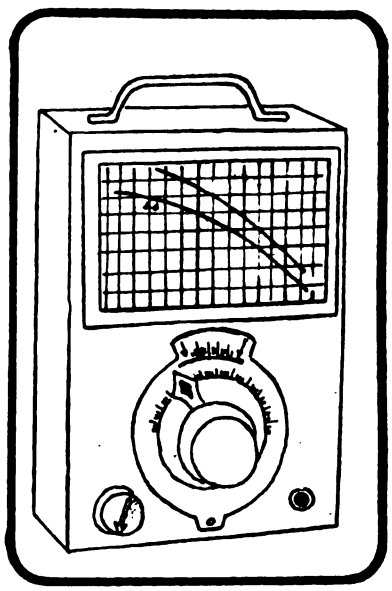


Fig. 3.

à être consultée moins fréquemment donne la précision maximum de l'étalonnage.

Le fréquencemètre sera alors prêt à être utilisé soit à la réception, soit à l'émission.

Pour déterminer la fréquence d'une onde émise, on engagera dans le jack du contrôleur hétérodyne une fiche portant un casque, le fréquencemètre étant alors utilisé en récepteur il suffit de manœuvrer C_1 pour régler le circuit oscillant L_1 - C_1 - C_4 « au point zéro » de l'onde émise : le graphique donnera la λ cherchée.

La longueur d'onde de l'émetteur peut être précisée même si on ne dispose pas des bobines L_1-L_2 convenant à la fréquence émise : il suffit d'utiliser les harmoniques : par exemple l'émetteur pourra être réglé sur la bande des 7.000 K. C à l'aide du jeu L_1-C_1 pour 3.500 K. C. L'onde à mesurer interférera avec l'harmonique 2 de la λ engendrée par le fréquencemètre. Il convient de faire remarquer que le circuit L_1-C_1-C_4 étant du type « à grande capacité », ses harmoniques seront beaucoup plus faibles que la fondamentale ; l'opérateur apportera alors toute l'attention voulue au réglage de C_1.

L'étalonnage du fréquencemètre pouvant être affecté par l'emploi du casque dont les cordons allongent le circuit, il peut être préférable d'employer le fréquencemètre en oscillateur ; pour cela le récepteur O. C. sera réglé exactement (toujours « au zéro ») sur l'onde dont on désire connaître la fréquence, l'émetteur éteint et une fiche portant une résistance de même valeur que le casque engagée dans J, le condensateur C_1 sera manœuvré de la façon indiquée plus haut pour la mesure d'une onde à la réception, on lira la λ sur la courbe.

Il est possible, si on désire effectuer les mesures en haut-parleur, de prévoir un ou deux étages B. F. après le fréquencemètre, mais il est essentiel dans ce cas que l'étalonnage du circuit de mesure soit effectué après que les étages B. F. auront été connectés à la suite de la lampe hétérodyne.

A la réception, le fréquencemètre sera utilisé de la manière indiquée pour son étalonnage, C_1 étant manœuvré jusqu'à ce que l'onde émise par le circuit de mesure coïncide exactement (toujours au zéro) avec le signal reçu (fiche avec résistance dans le jack J).

La figure 2 donne un exemple de courbe, la figure 3 l'aspect extérieur du fréquencemètre et la figure 4 la disposition des différents organes à l'intérieur du coffret.

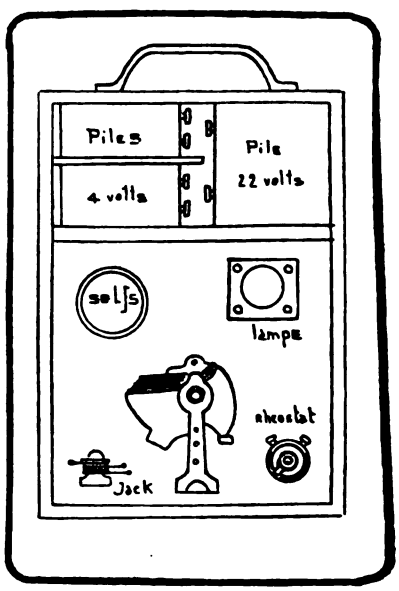


Fig. 4.

Digitized by Google

Le gaz dans les lampes thermoïoniques

par Alexandre KIRILOFF, *Ingénieur Radio E. S. E.*

Si étrange que soit le fait, il n'en demeure pas moins exact que la chimie occupe une place très importante et joue un rôle considérable dans la technique thermoïonique.

En effet, l'un des problèmes les plus sérieux dans la construction des lampes est celui de la structure chimique du verre, surtout dans le cas où on est obligé d'exiger du verre des qualités spéciales (ainsi, par exemple, un faible hystérésis diélectrique, etc.).

Un autre problème important est le traitement chimique des métaux rares employés dans les lampes (tu, mg, Ni, etc.) et tout particulièrement leur préparation définitive exempte de tous mélanges parasitaires et nuisibles.

Enfin, le troisième problème sur lequel nous insisterons dans notre article, est le travail chimique réalisé sur les différentes cathodes des lampes, ce que les techniciens nomment le traitement du filament.

Cette opération est d'une grande importance pour la puissance, la durée et la stabilisation de l'émission dans la lampe. Tout un domaine spécial de la chimie est consacré aux problèmes des gaz dans les lampes thermoïoniques, de leurs propriétés, leur influence sur l'émission thermoïonique, leurs rapports et réactions, leur application aux différentes occasions de la pratique.

Généralement, lorsque l'on parle du gaz dans les ampoules, on rattache cette expression au gaz occlus, c'est-à-dire au gaz résiduel qui subsiste dans les ampoules.

Nous étudierons ici 3 cas principaux de gaz dans les lampes : 1° le gaz occlus ; 2° le gaz inerte dans la lampe et 3° le gaz actif dans la lampe.

Passons à présent à l'étude du premier cas, celui du gaz occlus. Nous tenons d'abord à remarquer que ce gaz porte un caractère résiduel, car il subsiste dans les lampes après le vidage. En étudiant l'action générale des gaz dans les ampoules sur le courant des électrons, il faut reconnaître que les molécules neutres du gaz placés dans l'ampoule se divisent, lors de leur rencontre avec le courant des électrons, en nouveaux électrons et ions. Il en résulte donc une augmentation d'ions et d'électrons dans l'ampoule. Ce phénomène général est connu dans la technique sous le nom « d'ionisation par choc » (voir la fig. I). La propriété principale de ce phénomène est l'augmentation sensible d'Ip, une stabilisation insuffisante du courant Pl et augmentation du courant de saturation : dans ce cas la courbe de saturation prend l'aspect marqué à la fig. 2.

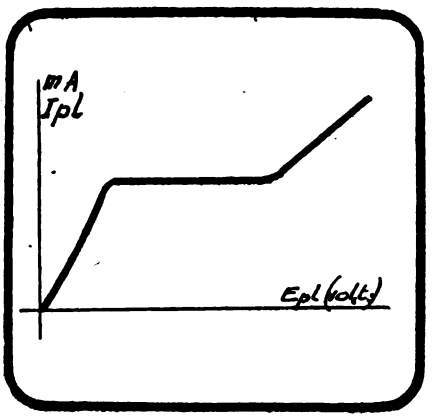


Fig. 2. — Courbe de saturation (ionisation par choc)

Notons toutefois, que ces phénomènes sont particulièrement sensibles pour une grande quantité de gaz dans l'ampoule (> 1 micron de pression). Pour que la division des molécules neutres du gaz soit possible, il est de toute importance que le choc des électrons se produise à la différence du potentiel caractéristique pour chaque gaz et que l'on nomme « potentiel d'ionisation ».

(Nous avons déjà maintes fois parlé de potentiel d'ionisation sur les pages de Q.S.T. Voir nos articles dans Q.S.T. n° 57, 1928).

En ce qui concerne une petite quantité de gaz dans l'ampoule (< 1micron de pression), tous ces phénomènes d'ionisation par le choc se manifestent en général d'une façon faible et avec Richardson on peut considérer que pour une pression inférieure à 0,001 m/m de mercure, l'influence du gaz demeure peu importante. En présence du gaz occlus, on peut constater : l'influence nuisible du gaz sur le vide, la formation d'un courant puissant d'ionisation, l'instabilité d'émission thermoïonique et enfin, l'augmentation sensible d'émission secondaire. Nous l'avons déjà remarqué dans nos travaux précédents (Q.S.T. Janvier 1930), la modification de la courbe : Igr = *f* (Egr) qui tombe rapidement lors du dégagement du gaz occlus. Donc, le gaz occlus étant considéré comme un gaz nuisible, doit être éliminé, mais nous ne nous arrêterons pas ici, sur toutes les méthodes employées en pratique, pour l'élimination ou la diminution du gaz occlus, car cette question concerne la fabrication et se trouve souvent être un secret de la maison.

Voyons maintenant le deuxième cas : celui de l'influence du gaz inerte dans la lampe.

Pour étudier l'influence du gaz inerte sur l'émission thermoïonique dans la lampe, nous prendrons comme exemple, le cas où le filament est en tungstène, la pression dans l'ampoule ne dépassant pas 1 micron. Les gaz, dont l'action sur le filament a été le plus étudiée, sont le néon, l'argon, les vapeurs de mercure et l'hydrogène.

Les expériences les plus variées ont démontré qu'à la pression ne dépassant pas 1 micron, l'influence de ces gaz sur l'émission thermoïonique reste peu importante.

En effet, l'étude des courbes de saturation Ip = *f* (Ep), peut seule démontrer une petite modification d'allure de courbe entre la valeur du potentiel d'ionisation et de la saturation dans les cas d'introduction de gaz dans l'ampoule. La présence de gaz dans l'ampoule dans les conditions susmentionnées, peut immédiatement être remarquée, car la courbe Ip = *f* (Ep) augmente plus vite que dans la

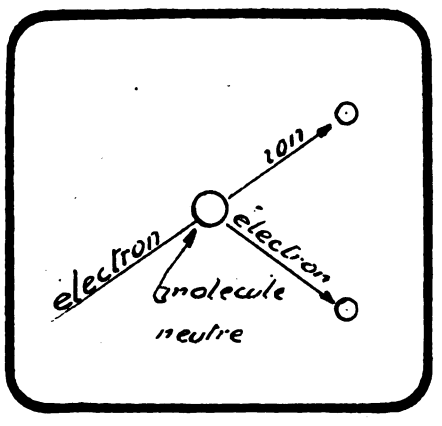


Fig. 1. — Ionisation par choc.

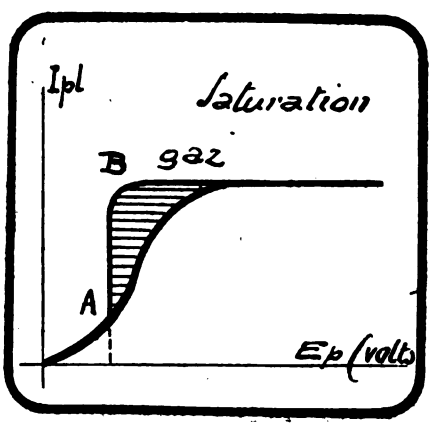


Fig. 3.

Digitized by Google

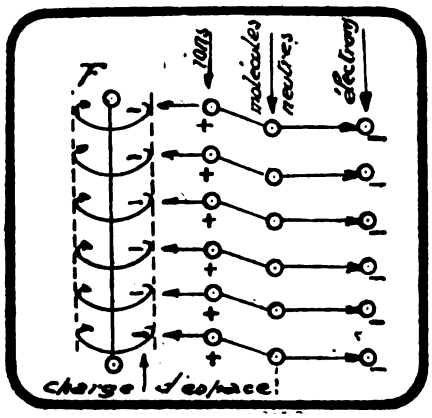


Fig. 4. — Neutralisation de la charge d'espace par les ions.

lampe à vide (sans gaz). Voir la fig. 3.

Ce phénomène peut être expliqué par le fait qu'au moment de l'ionisation par choc, alors que les molécules neutres se divisent en ions et en électrons, les ions, par suite de leur masse importante et de leur inertie, ne possèdent qu'un mouvement très lent et se condensent en réalité près des limites de la charge d'espace du filament (fig. 4) ; ils neutralisent sensiblement cette charge et favorisent ainsi la formation d'électrons libres, entre l'anode et la cathode, ce qui est constaté par l'augmentation considérable d'Ip entre A et B. (Voir fig. 3).

Quant à la quantité générale des électrons, elle ne se modifie nullement, c'est pourquoi le saturation générale demeure identique. Nous devons toutefois noter, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, que ce phénomène n'a d'importance que pour les pressions très basses (inférieures à 1 micron).

Pour les pressions supérieures, tous les phénomènes ont une forme très complexe et le courant général de saturation augmente en adoptant la forme indiquée à la figure 2.

Lors de l'étude de l'action des gaz inertes sur l'émission dans les lampes, il ne faut guère s'arrêter à l'examen de la cathode en tungstène pur ; il est intéressant d'étudier l'influence du gaz sur l'émission des autres cathodes telles que celles en tungstène thorié et tungstène à oxyde.

Les expériences ont démontré, par exemple, que le fil en tungstène pur et le fil en tungstène thorié ne donnent pas une courbe d'émission identique.

Dans le milieu d'argon à la pression 0,030 ‰, les courbes ont l'aspect indiqué à la fig. 5.

Ces courbes pour tungstène thorié nous intéressent par le fait qu'en présence du gaz, l'émission baisse sensiblement avec l'augmentation d'Ep.

Considérant comme impossible la formation de combinaisons chimiques entre l'argon, thorium et tu, ce qui fournirait une explication plausible de cette diminution par la formation de combinaisons chimiques sur le filament, nous sommes amenés à penser que, dans ce cas, un rôle prépondérant est joué par la formation sur le filament d'atomes neutres de thorium sous l'influence d'ions de gaz chargés positivement et qui sont le résultat de l'ionisation par le choc (formation sur le filament d'atomes de thorium par les électrons de thorium et les ions de gaz).

Très intéressantes sont, dans ce cas, les expériences de Kingdon et Langmuir, qui sont parvenus à trouver la quantité d'atomes de thorium qui se forment sur la surface du filament par la suite de l'action d'un ion.

Ces expériences furent tentées avec différents voltages plaques et pour différents gaz inertes ; l'on est parvenu à construire des courbes qui déterminent la formation des atomes de thorium par un ion des différents gaz inertes (voir les courbes fig. 6). Ces

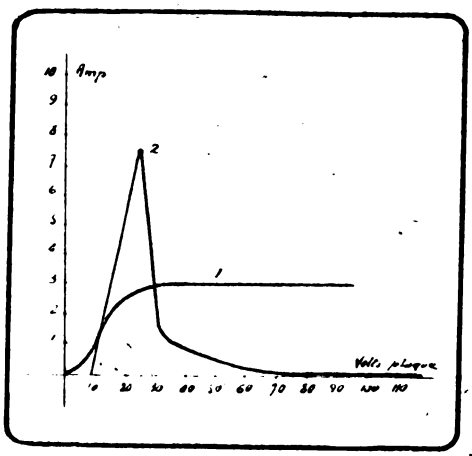


Fig. 5 — Filaments dans l'argon (pression 0,030 ‰)
Courbes : Ip. amp. = f (Ep. volts)
(1) Tungstène pur (2450° K)
(2) Tungstène thorié (1900° K)
Transaction of American Institute of Electrical Engineers, vol. 47, n° 3, July 1928.

courbes démontrent que si la t° du fil est > 1.900°-2.300° K et la tension plaque est de 45 v. pour le gaz néon, de 47 v. pour l'argon, de 55 v. pour le mercure, la formation des atomes est égale à 0.

Pour un filament fortement chauffé, l'on observe une diminution de la tension dans les limites de 22-27 v.

Pratiquement, ces valeurs d'Ep sont des valeurs critiques après lesquelles commence la formation des atomes de thorium sur la surface du filament et il en résulte la diminution de l'émission d'électrons. Ce phénomène fort curieux de la modification de l'émission d'électrons par le filament en tu thorié en présence d'un gaz inerte, ne nous donne toutefois pas une explication suffisante quand il s'agit du filament en tungstène pur.

Il semble que, dans ce cas, la formation d'atomes neutres sur la surface de tungstène pur soit entravée ou même complètement impossible par la suite de quoi les courbes d'émission du filament en tu pur accusent une saturation clairement marquée, ainsi que l'indique la fig. 5. Une certaine importance doit vraisemblablement être accordée au degré d'émission dans le vide, par les différentes cathodes : en tu, tu thorié, tungstène à oxyde, etc, dont nous donnons ici une caractéristique comparative (voir tableau 7). La différence de t° entraîne la formation de différentes émissions : pour une t° basse, les ions, pour une t° moyenne, les électrons, pour une t° élevée, les corpuscules. Tout cela complique le phénomène de l'action du gaz sur l'émission de différentes cathodes. En ce qui concerne le fil en tungstène à oxyde, les études n'en sont qu'ébauchées. Ainsi, par exemple, Horton a trouvé que l'hydrogène augmente considérablement l'émission pour le fil à oxyde. Des travaux furent réalisés dans ce sens par Fredenhagen, Thomson, Lilienfeld, etc. Il est à noter que l'oxygène et l'oxyde de carbone diminuent dans une grande proportion cette émission. Toutefois, certaines expériences de Horton ont démontré que dans certains cas, l'oxygène produit des résultats positifs, en augmentant l'émission. Ainsi, par exemple, dans les expériences pour l'étude de l'émission, la chaux de calcium accuse un pouvoir d'émission supérieur à celui du calcium métallique et nous constatons ici que l'oxygène possède une action favorable sur l'émission. M. Jouaust indique également que pour le filament en baryum métallique, l'oxygène s'oppose à l'évaporation du baryum et produit ainsi une influence favorable sur l'émission, en augmentant sa stabilisation.

Voyons maintenant les 3 cas : tungstène en présence du gaz actif. Dans ce cas, le phénomène devient particulièrement complexe, par suite de la réaction chimique qui se produit entre l'anode, la cathode, le verre, etc. La plus importante desdites réactions, est celle du gaz sur le tungstène. Selon le gaz chimiquement actif, que l'on introduit dans l'ampoule (l'azote,

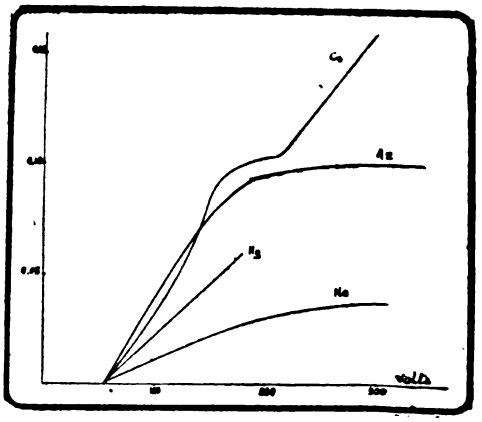


Fig. 6. — Nombre des atomes du thorium composé par un ion pour différents voltages. Transaction of Am. Institute of Electrical Engineers vol. 47, n° 3, July 1928.

Digitized by Google

	Émission totale en mA par watt dépensé pour le chauffage
Tungstène	5
Tungstène thorié. .	30-40
Filament à oxyde.	100-150

Fig. 7. — Tableau relatif aux émissions thermoïoniques (d'après Boussard)

l'oxygène, les vapeurs d'eau, l'hydrogène), il se produit trois principales combinaisons chimiques du tungstène : $Tu\,Az_2$, $Tu\,H_2$, $Tu\,O_3$. Les nombreuses expériences faites avec des gaz chimiquement actifs ont démontré que l'émission électronique de ces gaz ne s'améliore nullement ; bien au contraire, par suite de la formation de combinaisons chimiques avec le filament, il se produit fréquemment une diminution de l'émission générale. En effet, quand il s'agit du $Tu\,Az_2$, nous pouvons noter deux cas caractéristiques : les molécules d'Azote, en se rencontrant avec les vapeurs du tungstène, forment une combinaison $Tu\,Az_2$ qui, dans certains cas, couvre le filament et diminue l'émission, et dans d'autres cas, se dépose sur les parois du verre en donnant un dépôt $Tu\,Az_2$. La formation des molécules $Tu\,Az_2$ sur le filament favorise dans une grande partie l'augmentation de la tension entre la cathode et l'anode. Il en résulte, lors des tensions élevées entre les électrodes, une diminution considérable de l'émission. Cette diminution de l'émission peut être considérée comme étant la fonction directe de la formation de la combinaison chimique $Tu\,Az_2$ sur le filament (voir la fig. 8).

En ce qui concerne l'influence de l'hydrogène, il est permis de croire que nous nous trouvons ici également en présence d'une combinaison chimique, formée sur le filament ou le verre de l'ampoule et ce qui est particulièrement intéressant, c'est que la présence de H améliore le vide. Ce phénomène a déjà depuis longtemps, été remarqué par Langmuir et porte le nom : « Cleaning up effect » dans les problèmes concernant l'amélioration du vide de la lampe. Une place toute particulière est occupée parmi les gaz actifs par les vapeurs de caesium qui fournit des courbes intéressantes pour le Tu et Tu oxydé, étudiées par Becker en 1926 (Voir la fig. 9). Les courbes accusent un pouvoir émissif considérable pour le Tu oxydé. Nous constatons, dans ce cas, encore une fois, l'importance de l'influence de l'oxygène sur l'augmentation et la stabilisation de l'émission.

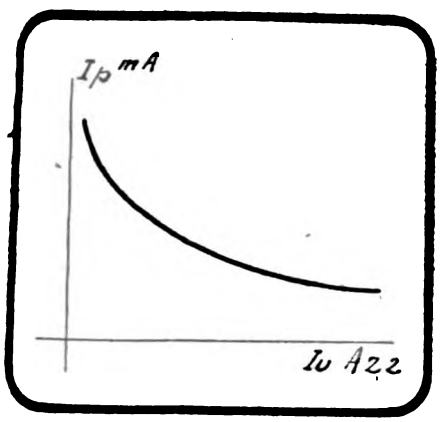


Fig. 8. — Diminution d'émission en fonction $Tu\,Az_2$.

Ayant indiqué brièvement les éléments de l'influence de différents gaz (inertes et actifs), sur différents types de cathodes (principalement en Tu, Tu thorié, Tu à oxyde), et ayant fait remarquer les propriétés de ces influences, nous voulons terminer cette analyse en mentionnant les cas de l'action des gaz sur le platine qui, dans bien des cas, accuse une anomalie du phénomène.

Avant tout, l'hydrogène qui n'a pas une influence marquée sur l'émission de tungstène, possède une influence trés considérable sur l'émission du platine (travaux de Wilson et Richardson) ; cette émission peut être, au besoin, contrôlée et modifiée à l'aide d'une action sur le platine de différents oxydants comme, par exemple, l'acide nitrique. Il se produit, dans ce cas, une réaction chimique entre l'hydrogène et l'acide nitrique, qui entraîne la formation d'atomes neutres à la surface du platine, d'où une diminution importante ou une disparition complète de l'émission du platine. Il subsiste bien des questions inconnues encore jusqu'à présent dans le domaine de l'influence de l'hydrogène sur le platine ; les travaux de Richardson et de Wilson n'ont fait que poser les bases pour les études ultérieures.

Pour conclure notre étude sur l'action des gaz sur l'émission électronique par des différentes cathodes et dans de différentes conditions de fonctionnement, nous nous proposons de voir quelle est l'influence des gaz sur l'émission positive des ions. Il ressort de l'étude de ce dernier phénomène, que les gaz (pression de près 0,001 m/m) augmentent le courant d'ions. L'augmentation la plus importante est fournie par l'hélium (pour le platine), puis par l'azote et l'oxygène ; la détermination de l'influence de l'hydrogène est plus difficile, étant donné l'existence de différentes influences parasitaires.

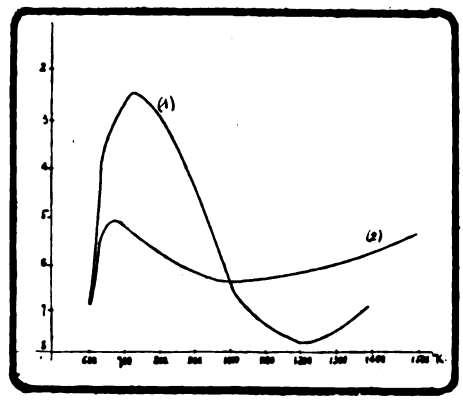


Fig. 9. — Filament dans les vapeurs du caesium.
Courbes : Ip. = f (t° K)
lg (courant en amp./cm2)
(1) Tungstène oxydé. (2) Tungstène pur.
I. E. E. Wireless Proceeding vol. 4. n° II, June 1929.

L'influence du gaz est encore plus complexe pour différentes espèces de sels chauffés ; dans ces cas, les émissions positives augmentent généralement très rapidement, atteignent le maximum, puis baissent lentement, suivant la modification de la pression du gaz (voir la fig. 10). Ces phénomènes furent étudiés par Garrett, Horton, Richardson et autres, avec les sels suivants : phosphate d'aluminium, phosphate de sodium, sulfate de sodium, etc.

Avant de terminer notre article sur l'action de différents gaz sur l'émission dans les lampes thermoïoniques, nous voulons attirer l'attention du lecteur sur le rôle que joue la chimie dans l'étude des phénomènes qui se produisent dans ces lampes. Il nous faut, toutefois, reconnaître que ces études n'ont pas encore fourni de résultats concluants. Nous avons donné dans ce court article, un aperçu général uniquement pour les actions chimiques ; l'action de différents gaz sur les phénomènes fondamentaux de l'émission dans les lampes thermoïoniques.

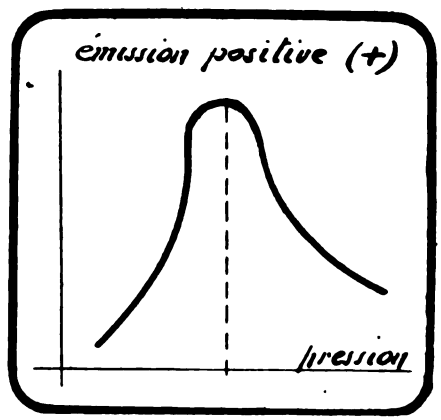


Fig. 10.

Digitized by Google

Théorie d'un nouveau système d'amplification à basse fréquence

par P. OLINET

■ ■ ■ ■ ■

GÉNÉRALITÉS.

ON peut, sans poser sa tête entre ses mains, se demander quelquefois quel est le domaine de la réception où les progrès les plus sensationnels ont été réalisés depuis dix ans. Certainement, tous les avis seront partagés ; il me paraît, en effet, difficile de trancher la question ; j'y reviendrai donc une autre fois.

Pourtant, dans le domaine des fréquences acoustiques, il est indéniable que des progrès considérables ont été réalisés, depuis les apparitions presque simultanées des « talkies » et du phonographe électrique, du « pick-up ». Que le lecteur excuse, sous ma plume, ces deux expressions saxonnes ; elles n'ont pas encore d'équivalents réels dans notre langue. La puissance demandée pour les salles de spectacle, d'une part, les perfectionnements apportés tant aux haut-parleurs qu'à l'enregistrement ont donné des résultats nouveaux tout à fait intéressants.

L'amplification à basse fréquence n'a peut-être pas fait, jusqu'à ce jour, des progrès extraordinaires au point de vue des systèmes de liaisons ; c'est ce que nous examinerons un peu plus loin ; il est, par contre, absolument indéniable que les lampes employées sur ces étages ont été sérieusement travaillées par les techniciens et qu'on est arrivé à des résultats tout à fait intéressants.

Je m'en voudrais de retracer, dans ces colonnes, qui guident les amateurs, la liste des lampes amplificatrices à basse fréquence. En un mot, partant de la lampe dite universelle, de ce triode qui ne donnait de réels résultats qu'entre les mains des techniciens qui savaient nuancer les tensions d'alimentation ou varianter les systèmes de liaison au mieux pour atteindre le but, partant, dis-je, de ces lampes, on est parvenu à la lampe trigrille de puissance par une voie toute naturelle, qu'il est intéressant de synthétiser en quelques lignes.

Deux lampes ordinaires reliées par un transformateur suffisent à donner la puissance nécessaire à la mise en œuvre des haut-parleurs utilisés ; peu à peu, à la suite des perfectionnements apportés à ces organes, il fallut, principalement pour la reproduction des notes de plus en plus basses, se servir de tubes de plus en plus puissants ; plus exactement, on commença par employer des tensions de plaques élevées, puis des lampes donnant une plus grande énergie ; initialement, ce furent des tubes émetteurs puis d'autres spécialisés encore connus comme lampes de puissance. A ce moment, « sortirent » les changeurs de fréquence qui procurent à la sortie de la lampe détectrice à moyenne fréquence une énergie importante ; un seul étage de puissance suffit pour les plus exigeants, pour ceux qui adorent « le bruit ». Enfin, les haut-parleurs ayant atteint un stade important dans leur développement, et l'obtention des hautes tensions de plaque nécessaires compliquant beaucoup le problème de l'alimentation des récepteurs, la trigrille de puissance vint au monde avec toutes ses qualités de puissance et de fidélité : on peut dire qu'on a là un remarquable instrument qui donne satisfaction à tous égards.

Laissons donc de côté aujourd'hui la question des lampes. Je voudrais étudier de très près un système de liaison qui donne toute satisfaction comme me l'a prouvé la nombreuse correspondance que j'ai reçue à la suite de sa description dans *L'Antenne* J'insisterai sur le dimensionnement des organes car il y a là un intéressant exemple de détermination des composants en fonction des valeurs des différents organes.

Je suivrai le plan ci-dessous :

A. Résumé des études des autres systèmes de liaison :

a) transformateur.
b) résistance.
c) impédance.

B. Le nouveau système et ce qu'on en obtient.

C. Son fonctionnement mathématique.

Bien entendu, j'aurai en vue des développements aussi complets que possible de manière à permettre au lecteur de mener à bien la mise au point de ce système.

Il me paraît absolument indispensable d'insister auparavant sur un point essentiel : celui de la conception d'un amplificateur phonographique.

Bien entendu c'est un amplificateur à basse fréquence absolument comparable à ceux qu'on est accoutumé d'employer en radiophonie ; on lui demande une puissance en général plus importante, mais ses qualités de pureté et de fidélité doivent être du même ordre. Il y a pourtant une différence dans chaque cas. D'une part, tout le monde sait bien qu'un ampli est fait pour débiter sur une hauteur donnée et que tel système de liaison de cet organe au dernier étage d'amplification peut donner d'excellents résultats dans un cas et d'autres beaucoup plus quelconques avec un autre. Dans le cas qui nous occupe, on se souviendra de cette première règle générale qui attristera peut-être certains lecteurs, mais en laquelle il faut avoir absolument toute confiance :

L'amplification à basse fréquence ne donne des résultats que si les systèmes de liaison sont étudiés pour répondre à *un* type de haut-parleur.

Mais ceci n'est point suffisant et il faut réaliser un ensemble : en effet, dans le cas de la réception radiophonique, on relie à l'entrée de l'amplificateur le circuit de sortie de la lampe détectrice. Dans tous les cas, on se trouve donc en présence d'un circuit qui, du point de vue de la basse fréquence, présente des caractéristiques sensiblement constantes. Au contraire, ici, la grille de la première lampe (ou de la lampe, si elle est unique) est sous l'action du pick-up. La liaison entre les deux devra donc tenir compte :

a) de la résistance et de la capacité d'entrée de la lampe ;
b) des constantes du pick-up.

On en conclut ou, plutôt, j'en conclus, au risque de chagriner fort certains constructeurs qu'à mon avis un amplificateur phonographique forme un tout comprenant :

le pick-up,
le relais amplificateur,
le haut-parleur ;

on remarquera, d'ailleurs, que dans le cas où on emploie un électrodynamique le facteur du filtrage de la haute tension d'alimentation est simplifié du fait que l'enroulement d'excitation tient parfaitement la place de la self du filtre.

A. RÉSUMÉ DES ÉTUDES FAITES SUR LES DIVERS SYSTÈMES DE LIAISON.

Comme je l'ai dit plus haut, j'examinerai successivement la liaison par :

a) transformateur ;
b) résistance ;
c) impédance.

Je m'en voudrais, dans un journal tel que celui-ci, de reprendre cet exposé depuis le début. Il a été suffisamment fait pour qu'un résumé suffise.

Digitized by Google

Nous caractériserons l'opération de l'amplification à l'aide de deux facteurs :

puissance ;

pureté.

Pour la seconde donnée, j'insiste, une fois de plus, sur un point qui me paraît absolument essentiel. La pureté, ou plus exactement la fidélité de reproduction, n'est pas une qualité dépendant uniquement de la liaison entre étages ; il faut l'évaluer ou la mesurer pour l'ensemble d'un récepteur. En effet, telle liaison, dans la partie haute fréquence, supprime les fréquences élevées ; la détection est naturellement non linéaire et il s'ensuit une distorsion. Tel système avantageant les notes graves donne des auditions plus agréables que tel autre absolument rectiligne. J'aimerais bien, d'ailleurs, que le système employé par certaines maisons, et qui consiste à faire évaluer la qualité d'un ensemble radiophonique par un musicien, soit généralisé.

On me permettra d'ouvrir encore une autre parenthèse : la musique, comme le chant, comporte et des notes graves et des notes aiguës. On a découvert, avec le dynamique, les notes basses, « les sons des tubes de 32 pieds » ; c'est fort bien, mais il faut, pour être juste, reconnaître qu'on a seulement transposé vers le bas la gamme de transmission au lieu de l'élargir, ce qui aurait mieux valu ; on a coupé les notes aiguës et c'est là un des graves défauts du dynamique dont les promoteurs se consolent en annonçant que ces fréquences élevées ne sont pas indispensables à la bonne audition d'un morceau de musique.

a) *Liaison par transformateur.*

Dans tous les cas, je supposerai que le système de liaison est adapté au mieux aux conditions d'alimentation du poste.

Je négligerai aussi les transformateurs d'entrée ou de sortie que je tiendrai pour réalisés au mieux dans chacun des cas.

Le transformateur de liaison en tubes dans lesquels ρ représente la résistance intense de plaque de la première lampe, ρg étant la résistance intense de grille de la lampe suivante est défini de la manière suivante :

1) le rapport de transformation η doit tel que

$$\rho g = \eta^2 \rho.$$

Ceci est une condition bien connue. ρg et ρ étant sensiblement indépendants, dans le cas de l'acoustique, de la fréquence des oscillations à transmettre, il s'ensuit que η doit être constant. J'attire de suite l'attention sur ce point qui sera développé plus loin et qu'on a l'habitude de laisser dans l'ombre.

2) l'impédance primaire — celle de l'enroulement mis en série dans le circuit de plaque — doit être plus importante que la résistance interne du même circuit. En appelant L_1 le coefficient de self-induction de l'enroulement et ω la pulsation de l'oscillation envisagée,

et en supposant que

la capacité répartie de cet enroulement est négligeable aux fréquences envisagées (donc travail loin de la résonance),

la résistance est petite vis-à-vis de l'impédance, ce qui est le cas général, il faudra donc que l'on ait :

$$L_1\omega = a\rho \qquad (1)$$

a est un coefficient plus grand que 1. on remarquera que cette expression (1) doit être réalisée pour une pulsation ω correspondant à la plus basse fréquence à transmettre. L'amplitude V_1 de la tension aux bornes de l'enroulement primaire est

$$V_1 = L_1\omega j$$

où j désigne l'amplitude de la composante alternative du courant de plaque. Mais, si l'amplitude de la tension de grille étant ω, le facteur d'amplification de la lampe est K, on aura

$$j = \frac{Ku}{\rho + L_1\omega}$$

d'où on tire

$$V_1 = \frac{L_1\omega \times Ku}{\rho + L_1\omega} \qquad (2)$$

Il saute aux yeux en examinant (2) que V_1 n'est proportionnel à u que lorsque

$$L_1\omega >> \rho$$

donc *a priori* pour les fréquences élevées.

Enfin, pour réaliser les coefficients de self-induction auxquels conduit l'équation (1), on est visiblement obligé de se servir de noyau de fer ; enfin, inévitablement, quelle que soit la perfection des joints du circuit magnétique, il y a des fuites.

Ces éléments fondamentaux étant brièvement rappelés, quelles sont les conclusions qu'on en tire tant au sujet de la puissance que de la pureté ? Pour mieux faire toucher du doigt la relativité de ce qu'on nomme transmission rectiligne, il me suffira de vous conter une petite histoire dont j'ai été le témoin voici bien peu de jours. Un client, ayant entendu un poste comportant un transformateur « Z » avait été frappé de la perfection de l'audition obtenue. Se piquant de connaître les questions techniques, il se rendit au magasin de vente de cet appareil et se mit en devoir d'en choisir un qu'on essaie devant lui sur un appareil. Il achète le transformateur en question auquel est jointe une superbe fiche de garantie et d'étalonnage exécutée par un des premiers laboratoires d'électricité du monde (il n'est pas français) ; il me montra ce superbe organe — qu'il avait d'ailleurs payé un prix tout à fait important — et me dit toute satisfaction de posséder enfin un appareil aussi bon et ayant une caractéristique absolument rectiligne ; il n'y avait qu'un malheur, c'est que l'échelle des ordonnées était logarithmique et la ligne droite me parut bien ce jour un mythe et un vain mot...

Le facteur d'amplification K de l'ensemble, en supposant la condition optima ci-dessus réalisée pour le rapport de transformation, est

$$K = \frac{k\eta}{2}$$

k étant le facteur d'amplification du tube d'entrée. En supposant, comme cela se trouve facilement actuellement, que

$$k = 9$$

$$\eta = 3$$

on a

$$K = 13{,}5$$

Quels sont les inconvénients que l'on peut reprocher à ce mode de liaison ? En cherchant à atteindre le maximum (ce que d'aucuns mal intentionnés appellent chercher des poux dans la tête) on se heurte à la suite ci-dessous :

a) Le rapport de transformation n'est pas constant, car l'induction varie avec l'amplitude de la composante alternative du courant de plaque dès que celle-ci est un peu importante par rapport à la partie continue. Or, il saute aux yeux qu'il y a grandement avantage à ce qu'au contraire l'amplitude alternative soit aussi grande que possible vis-à-vis du courant continu ; celui-ci est, en effet, inutile et il y a avantage, par une polarisation convenable de la grille, à le réduire autant que faire se peut.

De plus, il me faut mettre en garde le lecteur contre un raisonnement assez commun et qui conduit à des résultats aussi mauvais que possible. Ayant un poste dont la première lampe a une résistance interne de quelque dix mille ohms ou plus, on met à sa place un tube ayant une résistance de plaque telle que

$$\rho = 4.000 \text{ ohms.}$$

On tient alors le raisonnement suivant : étant donné les résultats que j'obtenais auparavant et qui étaient bons lorsque l'impédance primaire était égale à trois ou quatre fois la résistance interne, maintenant que ce rapport sera de dix ou douze ce sera encore mieux ; il en serait peut-être ainsi si aucun autre changement ne survenait dans le fonctionnement. En effet, dans le premier cas, l'impédance primaire minima était de quelque cinquante mille ohms par suite d'une valeur donnée

Digitized by Google

du coefficient de self-induction de l'enroulement primaire, donc de la perméabilité du noyau, donc aussi de l'induction et finalement de l'intensité du courant continu de plaque. Que devient cette impédance dans le second cas ? Ceci dépend essentiellement de la valeur que va prendre le courant de plaque. Il faut tenir compte de la chute de tension continue dans l'enroulement qui, malgré la petitesse de la résistance de celle-ci, peut prendre des valeurs importantes. Il se peut, en particulier, fort bien que l'impédance soit beaucoup plus petite que dans le premier cas par saturation du noyau de fer.

Voici donc un gros inconvénient, c'est à mon avis le principal de ce mode de liaison.

Mais il y en a d'autres et nous allons rencontrer de nombreuses causes de distorsion, ce qui n'empêche pas les résultats obtenus d'être bons, tant il est vrai que notre oreille rectifie elle-même certaines erreurs et est plus coulante que nos appareils de mesure.

L'indépendance primaire, pour un enroulement donné, dépend de la fréquence de l'oscillation à transmettre ; les fréquences graves sont défavorisées ce qui ne veut pas dire, par suite de phénomènes de résonance, que les fréquences élevées soient favorisées.

Enfin, dans un circuit, comme celui qui est envisagé ici, deux autres considérations sont importantes : d'une part, quelle que soit la perfection des joints du circuit magnétique il y a des fuites qui sont d'autant plus importantes que la fréquence est plus élevée ; elles sont représentées dans la schématisation de ce montage par le coefficient de fuite de self-induction.

D'autre part, les pertes par courants de Foucault dans les tôles du noyau dépendent de la fréquence et ceci est aussi une cause de distorsion.

Pratiquement, les fréquences élevées sont défavorisées par ces deux dernières causes, mais leur efficacité est accrue par suite de l'augmentation de l'impédance primaire ; finalement on arrive à une reproduction tout à fait satisfaisante pour peu que la résonance de l'enroulement primaire soit convenablement placée.

En somme, le gros inconvénient de la liaison par transformateurs repose dans le passage du courant continu dans l'enroulement primaire.

b) *Liaison par résistance.*

Le deuxième mode de liaison que j'examinerai est celui à résistance. Dans ce cas, la résistance R intercalée dans le circuit de plaque de la première lampe est telle que

$$R = 3 \text{ ou } 4 \text{ fois } \rho.$$

La tension recueillie aux bornes de R est transmise à la grille de la lampe suivante par l'intermédiaire d'un condensateur. Du moment que j'ai prononcé ce mot, on peut immédiatement conclure que ce système, à moins d'employer un condensateur de très grande capacité, aura une amplification plus grande pour les fréquences élevées.

Le gros avantage que l'on trouve à ce système, en dehors de son coût extrêmement réduit, est sa relative fidélité.

Mais il faut, pour être juste, car il y a fort peu à dire sur cette question, citer deux inconvénients qui, à mon avis, excluent complètement ce mode de liaison :

1) d'une part, le facteur d'amplification est toujours inférieur à celui de la lampe ; on a, en effet,

$$K = R - \frac{1}{1 + \frac{\rho}{R}}$$

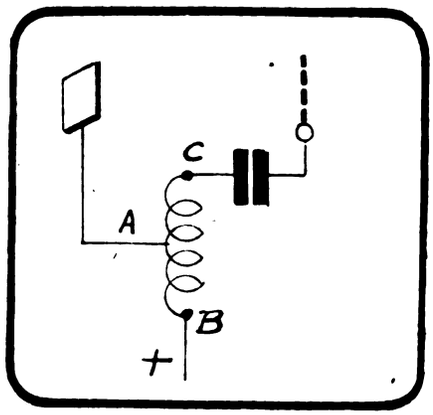


Fig. 1.

donc le maximum de K est bien le facteur d'amplification statique du tube utilisé.

2) d'autre part, on ne tire de la lampe qu'une partie de ce que l'on en pouvait tirer. En effet, la tension continue réellement appliquée sur la plaque est égale à celle de la source de plaque diminuée de la chute dans la résistance R. Par conséquent, non seulement, dans ce système, on ne peut pas dépasser la valeur du coefficient d'amplification statique de la lampe, mais aussi celui-ci est très inférieur à celui correspondant à la tension d'alimentation de plaque.

Je n'ai jamais été un chaud partisan de ce système de liaison, mais plus les tubes à vide se perfectionnent, plus il me paraît peu intéressant.

Il n'est que juste de noter d'ailleurs, que pour les lampes modernes, la réalisation des résistances de liaison qui doivent pouvoir supporter le passage de 6 ou 8 milliampères n'est pas si simple qu'on a l'air de le croire en général. Les résistances réalisées par un dépôt n'ont pas une telle possibilité ; il faut donc faire appel aux systèmes bobinés, mais alors le prix de revient augmente beaucoup ainsi que tous les ennuis qu'on peut avoir. En somme, système peu intéressant surtout par suite de la faible amplification procurée, les autres problèmes pouvant recevoir des solutions, sinon économiques, mais satisfaisantes. Pureté intéressante, c'est là la qualité primordiale de ce mode de liaison.

c) *Liaison par impédance.*

Dans ce cas, si L est le coefficient de self-induction de l'enroulement placé dans le circuit de plaque, en supposant que la résistance ohmique soit petite devant ω, on aura

$$K = \frac{K L \omega}{\sqrt{\rho^2 + L^2 \omega^2}}$$

L'amplification a donc comme maximum K — inconvénient commun avec les systèmes de liaison à transformateurs — et provoque une certaine distorsion par suite de la variation de l'impédance avec la fréquence ; de la présence du fer, même quand le noyau est ouvert, ce qui, pourtant, diminue beaucoup les variations, mais donne aux pertes une valeur absolument anormale ; de la fréquence de résonance d'un tel système.

Il faut reconnaître qu'un gros avantage d'un tel système de liaison sur celui à résistance avec lequel il a de nombreux points de ressemblance est la bien meilleure utilisation de la tension d'alimentation de plaque, la chute de tension continue dans l'enroulement de liaison étant tout à fait réduite.

d) *Conclusion.*

De ce résumé, qui m'a paru absolument indispensable, du point où nous en sommes de l'amplification à basse fréquence, on peut tirer les conclusions suivantes :

1) l'amplification à transformateur permet un gain sérieux sur le facteur d'amplification du tube utilisé, mais le passage du courant continu de plaque dans l'enroulement primaire a de multiples et graves inconvénients.

2) L'amplification avec liaison par résistance se recommande uniquement par sa pureté, mais présente une solution peu élégante du problème ;

3) En remplaçant la résistance par une impédance, on réalise un certain gain, mais ce n'est pas encore ainsi qu'on peut obtenir un fonctionnement analogue à celui obtenu par le transformateur.

B) PREMIER PAS : AUTOTRANSFORMATEUR.

Un premier pas fait dans la voie du perfectionnement recherché, est fait par (fig. 1) l'emploi d'un

Digitized by Google

autotransformateur dans le circuit de plaque.

D'une part, la chute de tension continue dans la portion BA de l'enroulement intercalée dans le circuit de plaque est tout à fait réduite.

On m'objectera, d'autre part, que, tant qu'à faire, il vaudrait mieux employer un transformateur ; il n'y aurait plus de condensateur de liaison et le fonctionnement serait plus simple. Ceci est faux comme va le prouver un simple raisonnement.

Quel que soit le montage adopté, la tension produite aux bornes d'un même primaire pour une même amplitude de la tension alternative appliquée sur la grille reste la même.

Dans le cas d'un transformateur, la tension qui agit sur la grille de la lampe suivante, si V est celle développée aux bornes de AB est égale à $V \times AC$; pour mieux fixer les idées, supposons que le rapport de transformation est de 1/5 ; on aurait donc

$$\frac{AC}{AB} = 5$$

et la tension de grille u est

$$u = 5\,V$$

Montons maintenant le transformateur comme l'indique la figure 1, mais en prenant les deux précautions suivantes :

d'une part, les sens des enroulements sont tels que le coefficient de self-induction de la portion BC est au moins égal à la somme de ceux des parties AB et AC ; d'autre part, la chute de tension due à l'impédance du condensateur de liaison est très petite ; par conséquent, pour pouvoir satisfaire à cette condition aux basses fréquences, il faudra donner à la capacité une valeur notable.

Dans ce cas, toutes choses égales par ailleurs, la tension appliquée sur la grille est

$$u = V \times \frac{BC}{AB} = V\,\frac{AB + AC}{AB}$$

dans le cas concret choisi, on aurait

$$u = 6\,V$$

On peut donc avec un auto-transformateur obtenir une plus grande amplification qu'avec le même circuit magnétique monté en transformateur ordinaire.

Mais ceci n'est qu'un premier pas, car on conserve tous les inconvénients du passage du courant continu dans le primaire et on n'a pas une pureté meilleure qu'avec un transformateur ordinaire.

C) LA SOLUTION NOUVELLE.

La solution suivante est intéressante : elle admet la liaison par résistance pour bénéficier de la très grande pureté qu'on a ainsi, mais aussi elle agence le dispositif de telle sorte que l'énergie recueillie soit mieux utilisée.

Je tiens à spécifier de suite qu'on peut agir ainsi en haute fréquence, mais le problème essentiellement différent donnera lieu à des développements ultérieurs.

Le schéma est celui de la figure 2. Il comporte essentiellement une résistance R dont le but est de créer une chute de tension indépendante de la fréquence,

un condensateur C transmettant cette tension à un auto-transformateur T_1 dont une extrémité est reliée à la grille de la lampe suivante et l'autre au point commun par l'intermédiaire d'un système de polarisation, si cela est nécessaire.

On remarque de suite :

1° Que R peut être plus petit que dans le cas de la liaison par résistance car l'emploi du transformateur T_1 permet un gain ; d'où meilleure utilisation de la tension continue d'alimentation ;

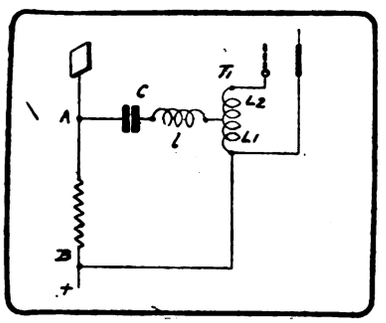


Fig. 2.

2° Le courant continu de plaque ne traverse aucun enroulement.

Les résultats sont absolument remarquables comme mes essais me l'avaient montré et ainsi que la nombreuse correspondance que j'ai reçue le prouve surabondamment.

Avant d'étudier le fonctionnement d'un tel système, nous allons passer rapidement en revue la manière dont on détermine RC et les éléments de T_1 pour obtenir un bon fonctionnement.

Dans tout ce qui va suivre je supposerai, ce qui est très suffisamment exact, que :

1° Les capacités réparties des enroulements peuvent être négligées dans le cas qui nous occupe ;

2° Qu'on peut considérer le circuit de grille comme ouvert après détermination du rapport de transformation de T_1. Ceci a seulement pour but de simplifier les écritures car le lecteur sait que le fait d'admettre un débit secondaire dans T_1 revient seulement à une modification des constantes du primaire dont il est très facile de tenir compte.

D) CHOIX DES COMPOSANTS.

Je tiens à donner de suite un exemple de ce qu'on peut faire sans analyser mathématiquement un phénomène. Ces conclusions seront confirmées plus loin par l'exposé mathématique de la question.

1° La résistance R sera égale à deux ou trois fois celle du circuit de plaque dans lequel elle se trouvera insérée de manière que la chute de tension continue n'y soit pas exagérément grande.

2° La détermination du transformateur T_1 comporte, comme toujours, deux opérations. Il faut, d'une part, décider le rapport de transformation η à adopter, et, d'autre part, l'impédance de l'enroulement primaire. Le problème est ainsi entièrement déterminé.

Le transformateur réalisant la liaison entre deux circuits, c'est en fonction des constantes de ceux-ci qu'il le faut dessiner.

D'une part, le secondaire débite sur une résistance pure — celle du circuit de grille ; on peut complètement négliger la valeur de la capacité d'entrée du second tube.

Mais si cela va tout seul pour le secondaire, il n'en est pas de même du primaire. Le circuit relié au primaire comprend :

En parallèle, les résistances R et ρ, la résistance résultante étant voisine de ρ (de l'ordre de trois quarts) ;

Un condensateur C.

En représentant par :

r la résistance résultante de la combinaison de R et ρ,

r_g la résistance de grille,

on doit avoir :

$$\eta^2 = \frac{r_g}{\sqrt{r^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}$$

Pratiquement, on admet qu'il suffit de transmettre la parole au-dessus de 30 ou 50 périodes par seconde. En faisant choix d'une capacité supérieure à 0,3 microfarad, on réalise la condition :

$$r > \frac{1}{C\omega}$$

et on aura :

$$\eta^2 = \frac{r_g}{r}$$

On pourra donc employer tous les transformateurs courants en les montant convenablement en auto-transformateur en respectant le sens de chaque enroulement.

La détermination de l'impédance de l'enroulement primaire de T_1 est aussi facile en faisant un raisonnement logique et des approximations simples.

Nous nous trouvons en présence de deux variables, la capacité du condensateur C et le coefficient de

Digitized by Google

self-induction L_1 de l'enroulement primaire.

On s'imposera pour les déterminer les deux conditions suivantes :

1° D'une part, la résonance du circuit série C — primaire devra avoir lieu sur des fréquences basses qui sont désavantagées dans la transmission ultérieure ;

2° D'autre part, l'impédance de ce circuit sera toujours beaucoup plus petite que la résistance R.

En supposant que la résistance ohmique de L_1 n'est pas petite, ce qui n'est pas indispensable puisque le courant continu n'y passe plus, on devra donc avoir :

$$L_1 C \omega_0^2 = 1$$

ω_0 étant la pulsation correspondant à la fréquence de résonance choisie ; on remarquera que pour celle-ci l'impédance de la dérivation CL_1 se compose uniquement de la résistance ohmique R_1 de l'enroulement L_1.

La seconde s'écrira :

$$R > \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

Avec ces éléments, on a toutes les données du problème. Pour mieux les toucher du doigt, je vais les appliquer à un cas concret.

Soit une première lampe dont la résistance de plaque est de 7.500 ohms dans les conditions d'alimentation qui ont été adoptées. Nous choisirons R tel que :

$$R = 25.000 \text{ ohms},$$

ce qui est un peu plus de trois fois la résistance interne.

Nous nous souviendrons toujours que C sera au moins égal à 0,3 microfarad pour que nous ayons le droit de négliger son impédance devant l'ensemble des résistances.

Supposons que nous ayons :

$$r_g = 100.000$$

la combinaison de ρ et R en parallèle nous donne :

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\rho} + \frac{1}{R} = \frac{1}{7.500} + \frac{1}{25.000}$$
$$= \frac{130.000}{75\ 10^7} = \frac{13}{75} 10^{-3}$$

D'où on conclut que le rapport de transformation optimum est :

$$\eta^2 = \frac{100.000}{r} = \frac{100.000}{75.000} \times 13$$
$$= \frac{4}{3} 13 = 17$$

et finalement :

$$\eta = 4{,}3$$

sensiblement. L'expérience confirme tout à fait cette règle.

Prenons comme fréquence de résonance du circuit série, en supposant que le filtrage de la totalité de l'alimentation est remarquablement réalisé sans quoi les résultats seront proprement désastreux :

$$f_0 = 30$$

on doit donc avoir :

$$L_1 C \times (2\pi 30)^2 = 1$$

d'où approximativement :

$$L_1 C = \frac{1}{40.000} = \frac{1}{4} 10^{-4}$$

Les transformateurs courants sont tels que l'on ait en général :

$$R_1 = 200 \text{ ohms}$$

en acceptant, pour les raisons données plus haut, une plus grande résistance (ce qui diminue fuites et capacité réparties) nous prendrons :

$$R_1 = 1.000 \text{ ohms}.$$

J'ai omis un peu plus haut d'insister sur un point au sujet de la détermination de η ; c'est le rapport de transformation en auto-transformateur. On peut se demander quelle est sa valeur par rapport au rapport ordinaire. En se reportant à la figure 1 on peut répondre facilement à cette question.

J'appellerai :

η_A le rapport en auto-transformateur.

η_T celui en transformateur ordinaire.

On a visiblement :

$$\eta_A = \frac{BC}{AB}$$
$$\eta_T = \frac{AC}{AB}$$

On peut écrire ces expressions comme suit :

$$\eta_A = \frac{BC}{AB} = \frac{AB + AC}{AB}$$
$$= 1 + \frac{AC}{AB} = 1 + \eta_T$$

Les deux rapports sont donc liés par cette relation très simple :

$$\eta_A - \eta_T = 1$$

Dans le cas concret étudié ici c'est donc un transformateur de rapport :

$$\eta_T = \eta_A - 1 = 3{,}3$$

qu'il faudra employer. On voit comme on reste dans les données courantes et normales.

Revenons maintenant à notre condensateur de liaison C et à ce coefficient de self-induction L_1 de l'enroulement primaire.

La condition :

$$R > \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

peut s'écrire :

$$R = a\sqrt{R_1^2 + \frac{(L_1 C\omega^2 - 1)^2}{C^2\omega^2}}$$

Pour la plus basse fréquence à transmettre, il n'y a pas à se soucier de cette partie puisqu'on a transporté la résonance dans cette portion de la gamme. On le réalisera donc pour la fréquence la plus haute, soit par exemple :

$f_1 = 5.000$ périodes par seconde.

Dans l'expression ci-dessus, on prendra :

$$a = 2 \text{ ou } 3.$$

En adoptant ces chiffres il viendra, en tenant compte, comme nous l'avons vu ci-dessus, que :

$$L_1 C = \frac{1}{4} 10^{-4}$$

l'expression suivante :

$$R = a\sqrt{10^6 + \frac{(0{,}25\ 10^{-4} \times \omega^2 - 1)^2}{C^2\omega^2}}$$

Pour la valeur de f_1 ci-dessus où :

$$\omega_1^2 = 10^5$$

on aura :

$$R = a\sqrt{10^6 + \frac{(0{,}25\ 10^{-4}\ 10^5 - 1)^2}{10^5 C^2}}$$
$$= a\sqrt{10^6 + \frac{2{,}25}{10^5 C^2}}$$
$$= a\sqrt{\frac{C^2 10^{11} + 2{,}25}{C^2 10^5}}$$

En choisissant comme nous l'avons fait plus haut :

$$a = 3$$
$$R = 25.000 \text{ ohms},$$

il viendra finalement :

$C = 0{,}35$ microfarad et $L_1 = 3$ henrys.

On peut, en matière de résumé de ces quelques lignes, résumer les équations importantes pour la détermination des diverses parties du relais.

On a tout d'abord :

$$R = 3\rho$$

puis :

$$L_1 C \omega_0^2 = 1$$

d'où aussi :

$$L_1 C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2}$$

f_0^2 étant une fréquence basse à renforcer ; nous verrons plus loin un autre moyen. On constatera que l'on arrive à des données pour C et L_1 qui sont tout à fait de l'ordre de grandeur de celles réalisées dans les transformateurs courants.

On aura ensuite :

$$a^2 \frac{(L_1 C\omega^2 - 1)^2}{C^2\omega^2} = R^2 - a^2 R_1^2$$

en tenant compte de la définition ci-dessus de la résonance et en appelant ω_1 la fréquence correspondant à la limite supérieure à transmettre, on aura :

$$a^2 \frac{\left(\frac{\omega_1^2}{\omega_0^2} - 1\right)^2}{C^2\omega_1^2} = a^2 \frac{(\omega_1^2 - \omega_0^2)^2}{C^2\omega_1^2\omega_0^2}$$
$$= R^2 - a^2 R_1^2$$

De cet ensemble d'équations, nous allons tirer les deux valeurs de L_1 et C. On remarquera à quel point il est rare de pouvoir étudier un système à un tel point. Les hypothèses sont ici réduites absolument au strict minimum. Il est inutile d'augmenter exagérément la valeur

Digitized by Google

de a car on ferait moins bien à force de vouloir faire trop bien.

On arrive aux deux expressions suivantes :

$$C = \frac{a(\omega_1^2 - \omega_0^2)}{\omega_1\omega_0\sqrt{R^2 - a^2R_1^2}}$$

$$L_1 = \frac{1}{C\omega_0^2} = \frac{\omega_1\sqrt{R^2 - aR_1^2}}{a\omega_0(\omega_1^2 - \omega_0^2)}$$

On retrouve bien que :

$$L_1C = \frac{\omega_1\sqrt{R^2 - aR_1^2}}{a\omega_0(\omega_1^2 - \omega_0^2)} \times \frac{a(\omega_1^2 - \omega_0^2)}{\omega_1\omega_0\sqrt{R^2 - aR_1^2}} = \frac{1}{\omega_0^2}$$

E) REMARQUES.

On peut se demander s'il n'y aurait pas intérêt à modifier un peu le schéma en vue de la transmission de fréquences basses. C'est ce que nous allons examiner maintenant.

On remarquera, auparavant, que l'emploi d'un auto-transformateur supprime le couplage par capacité qui existe toujours dans les enroulements.

Contrairement à ce qui a lieu pour les autres modes de liaison, il n'y a pour arriver au but qu'on se propose que le moyen d'augmenter la capacité du condensateur de liaison. Tandis que, dans ce cas, on fait tourner (fig. 5) la droite représentant l'intensité en fonction de la fréquence, on a une courbe pointue dans l'autre cas. Il y a tout avantage à agir. Ce point n'a pas été souvent signalé et pourtant il me paraît des plus intéressants. On a là un moyen d'augmenter la transmission des basses fréquences sans avoir pourtant recours à des transformateurs de dimensions prohibitives.

En effet, on peut ajouter en série (fig. 2) un enroulement l avec le condensateur C ; il y a là un moyen tout à fait remarquable d'améliorer le fonctionnement d'un transformateur dans lequel le rapport de transformation est convenable sans que l'impédance de l'enroulement primaire assure une transmission convenable des basses fréquences.

Les essais relatifs à ce point m'ont donné toute satisfaction.

F) FONCTIONNEMENT MATHÉMATIQUE.

Il me paraît intéressant maintenant d'étudier, en ne tenant aucun compte de cet enroulement supplémentaire l, le fonctionnement d'un tel ensemble. Comme je l'ai fait dans des articles précédents pour d'autres systèmes de liaison, j'examinerai successivement le facteur d'amplification puis la distorsion.

Je supposerai, comme je l'ai déjà dit, que le transformateur T_1 fonctionne à secondaire ouvert et que par suite le circuit de grille est ouvert ; on peut fort bien admettre ceci ; d'ailleurs, les corrections à introduire pour tenir compte d'un débit ne modifient pas l'allure des phénomènes mais modifient seulement les constantes du premier circuit.

J'appellerai L_1 le coefficient de self-induction du primaire du transformateur T_1.

D'ailleurs, même si le circuit de grille n'est pas réellement ouvert, on peut le considérer comme tel ; en effet, après avoir franchi le condensateur C le courant passe de toute évidence en très grande partie par L_1 pour rejoindre le filament.

Soit Z l'impédance complexe située entre les points A et B (fig. 2). On a

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

d'où on tire :

$$Z = \frac{R\sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}{R + \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}.$$

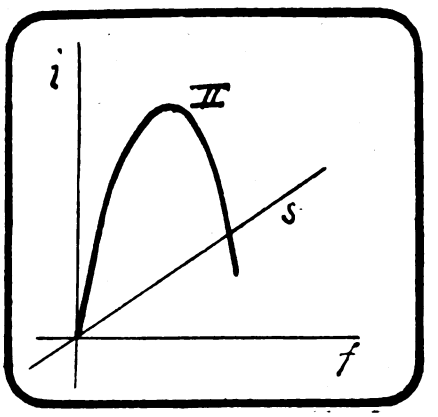


Fig. 3.

Mais j'ai émis plus haut, et ceci est évidemment nécessaire au fonctionnement normal que :

$$R > \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

il vient immédiatement :

$$Z = \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

le facteur d'amplification, si ρ est la résistance interne de plaque dans les conditions choisies pour le fonctionnement, et j l'intensité du courant de plaque, se calcule comme suit. Soit une tension ω agissant sur la grille de la première lampe ; elle produit un courant j dans le circuit de plaque tel que :

$$j = \frac{Ku}{Z + \rho}$$

la chute de tension créée entre A et B est Zj ; soit :

$$V = Zj = Ku \times \frac{Z}{\rho + Z}$$

je supposerai qu'il n'y a aucune chute de tension dans C : la tension u_2 trouvée sur la grille de la seconde lampe est donc telle que :

$$u_2 = \eta V = u \times \frac{KZ\eta}{\rho + Z}$$

finalement, le facteur d'amplification A de l'ensemble est défini par

$$A = \frac{u_2}{u} = K\eta\frac{Z}{\rho + Z}$$

Cette expression demande un certain nombre de remarques.

D'une part, si, comme cela peut avoir lieu sans manquer aux hypothèses que j'ai faites auparavant, on a :

$$Z > \rho$$

il vient :

$$A = K\eta$$

Toutes choses égales par ailleurs, le coefficient d'amplification est le double de ce qu'il était au maximum avec la liaison par transformateur.

On peut facilement réaliser la condition

$$\rho = Z$$

et dans ce cas on a encore une amplification identique à celle obtenue par un transformateur.

On conclut que du point de vue de la puissance, ainsi qu'un essai le prouve très rapidement, on a un gain tout à fait important en choisissant convenablement les différents éléments du problème.

On remarquera aussi que, contrairement à ce qui a lieu dans les autres systèmes, le rapport de transformation η peut être maintenu constant en faisant travailler le fer dans une région où il y a une constance relative de la perméabilité.

Il est intéressant de savoir si on est aussi bien servi au point de vue de la pureté. Il en est heureusement de même. D'une part, comme le remarque ci-dessus le rapport, il ne peut y avoir de saturation du noyau et le fonctionnement est beaucoup plus constant.

D'autre part, nous avons vu que l'on avait :

$$Z = \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

on travaille au delà de la résonance, sur la branche descendante de la courbe ; dans ce cas la valeur de la seconde parenthèse diminue avec la fréquence, il s'ensuit qu'on a toujours :

$$R_1 > L_1\omega - \frac{1}{C\omega}$$

On a donc sensiblement toujours :

$$Z = R_1$$

Il en résulte une fidélité remarquable.

Digitized by Google

Bobines de self = Transformateurs

par J. GRANIER, *Docteur ès Sciences*

J'AI indiqué dans un précédent article comment on pouvait, d'une manière générale, traiter les problèmes relatifs aux courants alternatifs. Toutefois, les méthodes indiquées supposaient que les coefficients d'induction étaient constants, ce qui n'est pas nécessairement réalisé pour des bobines contenant du fer ; il y a donc lieu de voir d'une manière précise comment se comportent en courant alternatif des appareils contenant un circuit magnétique en tôle de fer.

BOBINES A NOYAU DE FER.

1° Dans les circuits contenant du fer, les phénomènes sont assez complexes, et il est tout d'abord facile de voir que, par suite de l'hystérésis et de la saturation, une tension sinusoïdale appliquée à une bobine n'y produit pas une intensité sinusoïdale.

Désignons en effet par n le nombre de spires de la bobine, par φ le flux, par R la résistance et par u la tension appliquée. Cette tension équilibre à chaque instant la chute ohmique Ri et les formes électromotrices d'induction qui ont pour valeur dans chaque spire $\frac{d\varphi}{dt}$

$$u = Ri + n\frac{d\varphi}{dt}$$

Considérons uniquement des appareils industriels dont le rendement est bon. Ri est négligeable devant u car la dépense d'énergie par effet Joule Ri^2 est faible ; il reste donc :

$$u = n\frac{d\varphi}{dt}$$

de sorte que la dérivée du flux et par suite le flux lui-même sont des fonctions sinusoïdales du temps. L'intensité, au contraire, n'est pas nécessairement sinusoïdale et c'est sur elle que se reportent toutes les complications provenant de l'hystérésis et de la saturation.

La détermination de la forme de la courbe de courant est facile. On connaît en effet la courbe $\varphi = f_1(i)$ et la courbe $\varphi = f'(t)$; on peut donc construire point par point la courbe $i = F(t)$ qui représente le courant en fonction du temps. La première courbe $\varphi = f(i)$ n'est autre chose que la courbe d'hystérésis dont on a modifié l'échelle (en portant le flux au lieu de l'induction et le courant au lieu du champ). La deuxième courbe $\varphi = f'(t)$ est une sinusoïde décalée de 90° en avant sur la courbe de tension.

A chaque point A B C d'abscisse $a\ b\ c$ de la deuxième courbe correspond un point A'B'C' d'abscisse $a'b'c'$ pour la première. En portant en abscisses $a\ b\ c$ et en ordonnées $a'b'c'$ on obtient facilement la 3e courbe $i = F(t)$ qui représente l'intensité en fonction du temps. Cette courbe présente l'aspect indiqué sur la figure 1. Elle s'écarte d'autant plus de la sinusoïde que l'hystérésis et la saturation sont plus importantes ; aussi dans les appareils industriels doit-on s'arranger pour que l'induction ne dépasse pas 10.000 gauss ; dans ces conditions, si le fer employé est de bonne qualité, les harmoniques sont relativement peu importants, on peut admettre en première approximation que l'intensité du courant est sinusoïdale, et c'est ce que nous ferons dans la suite.

2° L'équation $u = n\frac{d\varphi}{dt}$ nous indique encore quelque chose de très important : à tension constante, tout bon appareil à courant alternatif doit marcher à flux constant. Cela est vrai, non seulement pour une bobine de self, mais encore pour un transformateur, un alternateur, un moteur synchrone ou asynchrone ; qu'il y ait ou non des bobinages supplémentaires ou des organes tournants, cela n'y fait rien : alimenté à tension constante, l'appareil doit marcher à flux constant.

Quelle est la valeur de ce flux ? — Elle est facile à trouver : En désignant par U la tension efficace, on a :

$$u = n\frac{d\varphi}{dt} \quad \text{et} \quad u = U\sqrt{2}\sin\omega t$$

de sorte que la valeur maxima du flux est en unités c. g. s.

$$\Phi_{max.} = \frac{U\sqrt{2}}{n\omega}$$

Pour fixer les idées, prenons un exemple numérique. Soit une induction variant sinusoïdalement entre — 10.000 et + 10.000, une section de fer de 1 décimètre carré, une fréquence de 50. Le nombre de spires que l'on doit enrouler sur le noyau de fer pour équilibrer une tension de 110 volts est :

$$\frac{110 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^8}{100 \cdot 10.000 \cdot 314} = 50$$

Naturellement, si la section n'était que 10 cm², que de 1 cm², le nombre de spires deviendrait 500 et 5.000.

3° Et maintenant, quelle est la valeur de l'intensité ? — Ici, ce n'est plus la section du fer qui intervient, c'est sa longueur. Nous devons appliquer les lois du circuit magnétique : « L'induction dans l'air est toujours proportionnelle au champ ; dans le fer, elle ne l'est que pour des inductions inférieures ou égales à 10.000 gauss. Un ampèretour par centimètre donne dans l'air une induction de 1,25 gauss et dans du fer ordinaire une induction de 2.000 gauss environ.

Il nous est dès maintenant possible de calculer complètement une bobine devant fonctionner sous 110 volts 50 périodes. Pour qu'elle ait des dimensions raisonnables, donnons à son circuit magnétique une section de 10 cm² et une longueur de 30 cm. ; pour une induction de 10.000 gauss, elle comportera donc 500 spires. Pour produire cette induction de 10.000 gauss, il faut 5 ampèretours par centimètre, soit au total $30 \times 5 = 150$ ampèretours. Ces 150 ampèretours fournis par 500 spires correspondent à un courant dont l'intensité maxima est $\frac{150}{500} = 0{,}3$ ampère, et l'intensité efficace $\frac{0{,}3}{\sqrt{2}} = 0{,}21$ amp.

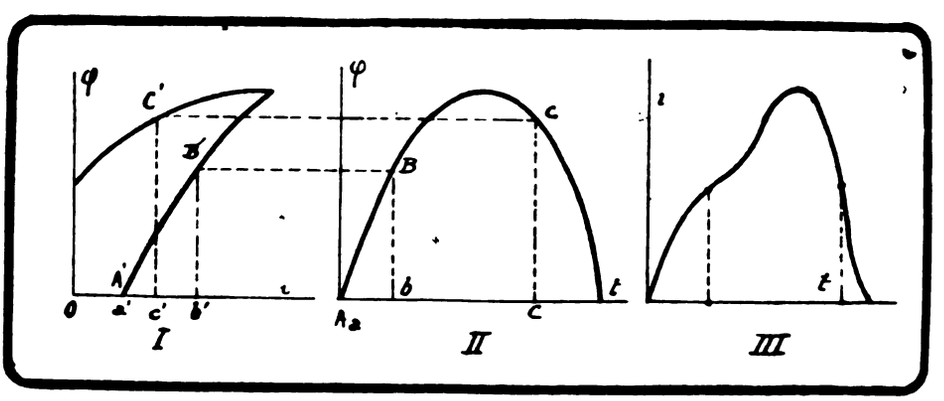


Fig. 1.

Digitized by Google

Le coefficient de self est

$$\frac{U}{I\omega} = \frac{110}{0{,}21 \times 314} = 1{,}7 \text{ henry}$$

En faisant un petit dessin, on constate que sur le circuit magnétique choisi on a largement la place de bobiner ces 500 spires avec du fil de 15/10 de mm. et que la longueur de la spire moyenne est de l'ordre de 20 cm. La longueur du fil est donc $500 \times 0{,}2 = 100$ mètres.

Or on sait que l'ohm représente sensiblement la résistance d'un fil de cuivre de 1 mm. de diamètre et de 50 mètres de long. La résistance de notre enroulement est donc :

$$1 \times \frac{100}{50} \times \left(\frac{1}{1{,}5}\right)^2 = 0{,}9$$

La perte par effet Joule ne sera que

$$0{,}9 \times (0{,}21)^2 = 0 \text{ w. } 04.$$

D'autre part, la perte par hystérésis et courants de Foucault se détermine en partant de courbes données par les fabricants de tôles. Pour une induction de 10.000, elle est de l'ordre de 10 watts par décimètre cube. Ici, nous avons : $10 \times 30 = 300$ centimètres cubes ; la perte est de 3 watts environ.

4° *Récapitulons.*

Puissance magnétisante absorbée par la bobine :

$$110 \times 0{,}21 = 23 \text{ voltampères.}$$

Puissance wattée perdue par effet Joule : 0,04 watt.

Puissance perdue dans le fer : 3 watts.

Le déphasage φ est donné par la formule :

$$tg\,\varphi = \frac{23}{3 + 0{,}04} = 6{,}2 \qquad \varphi = 80° \text{ env.}$$

On voit combien est faible l'intensité absorbée par cette bobine. C'est parce que l'on a choisi un circuit magnétique uniquement constitué par du fer et non saturé ; à cause de la faible perméabilité de l'air, cette intensité aurait plus que doublé si seulement on avait introduit dans le circuit magnétique un entrefer de deux dixièmes de millimètre d'air, car 1 millimètre d'air absorbe autant d'ampèretours que 1 m. 60 de fer. Cette intensité serait devenue considérable si seulement nous avions diminué de moitié la section ou le nombre de spires, car alors nous aurions travaillé à une induction de 20.000, ce qui, à cause de la saturation, aurait exigé un nombre considérable d'ampèretours.

On peut évidemment faire travailler le fer à une induction plus faible que 10.000 ; le seul inconvénient est que la matière est mal utilisée et que le prix de revient augmente. Mais il ne faut sous aucun prétexte, en courant alternatif dépasser largement 10.000. Si donc on achète une bobine ou un transformateur pour 110 volts 50 périodes, on peut sans crainte l'alimenter à 110 volts 100 périodes ou 55 volts 25 périodes, mais on peut être sûr qu'à 220 volts 50 périodes ou à 110 volts 25 périodes il brûlera.

Transformateurs.

1° Un transformateur se compose d'un circuit magnétique fermé comportant deux enroulements, l'un le primaire possédant n_1 spires et alimenté sous la tension u_1, l'autre, le secondaire ayant n_2 spires et fournissant une tension u_2.

Négligeons d'abord la résistance ohmique et supposons qu'il n'y a pas de fuites magnétiques, c'est-à-

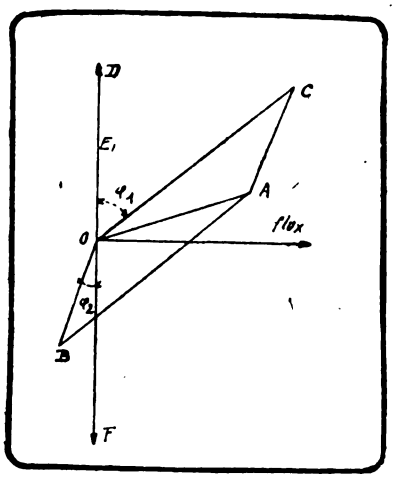


Fig. 2.

dire que les deux enroulements sont traversés par le même flux φ.

Nous avons :

$$u_1 = n_1 \frac{d\varphi}{dt} \qquad u_2 = n_2 \frac{d\varphi}{dt}$$

d'où

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Le rapport des tensions est donc égal au nombre de spires.

Lorsque le secondaire est à circuit ouvert, le transformateur se comporte comme une bobine de self ; son primaire absorbe un léger courant i_1 qui crée un flux φ dont la valeur maxima est :

$$\varphi = \frac{U_1 \sqrt{2}}{n_1 \omega}$$

en désignant par U_1 non plus la tension instantanée, mais la tension efficace.

Mais si on laisse le secondaire débiter un courant i_2, celui-ci circulant dans n_2 spires produira un nombre $n_2 i_2$ d'ampèretours, et ces ampèretours seront antagonistes d'après la loi de Lenz. Or, le flux devant rester constant, la somme de tous les ampèretours doit, elle aussi, rester constante. Il s'ensuit que les ampèretours primaires devront augmenter, pour compenser l'apparition de ces amperètours secondaires antagonistes. Ainsi, à mesure que l'on fait débiter au secondaire un courant de plus en plus fort, le courant primaire augmente automatiquement.

2° Qu'arrive-t-il si l'on fait débiter le transformateur sur un circuit contenant de la résistance, de la self ou de la capacité ?

Si le circuit secondaire contient uniquement de la résistance, il absorbe une puissance réelle égale à $\frac{U_2^2}{R}$; s'il contient une self L ou une capacité C il absorbe une puissance réactive $\frac{U_2^2}{L\omega}$ ou $U_2^2 C\omega$

Comme :

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$$

nous pouvons mettre ces puissances, sous la forme :

$$\frac{U_1^2}{R\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2} \text{ ou } \frac{U_1^2}{L\omega\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2} \text{ ou } U_1^2 C\omega \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

et tout se passe comme si nous avions branché directement le récepteur sur le primaire après avoir multiplié sa résistance et sa self ou divisé sa capacité par le carré du rapport de transformation.

Ainsi, il revient au même pour l'alternateur qui alimente un transformateur 110-220 volts que l'on mette en dérivation 10 ohms du côté 110 volts ou 40 ohms du côté 220 volts, etc... C'est pour cette raison qu'on intercale des transformateurs dans les lignes de transport d'énergie ou dans les lignes téléphoniques. Si par exemple on a un microphone assimilable à un alternateur de 1 ohm de résistance, qui alimente une ligne de 1.000 ohms, l'énergie sera maxima dans celle-ci lorsque le transformateur intercalé aura un rapport de transformation égal à $\sqrt{1.000}$, car alors l'alternateur débitera sur une résistance égale à la sienne, condition qui, on le sait, correspond au maximum d'énergie utilisable.

Prenons la bobine de self de 500 spires que nous avons déjà calculée et qui sous 110 volts absorbait 0,21 ampère efficace. Faisons-en un transformateur en lui ajoutant un nouveau bobinage de 1.000 spires, et demandons-nous si, au moyen d'un condensateur, on ne peut pas obtenir la résonance, c'est-à-dire annuler le courant fourni par l'alternateur qui alimente le primaire (approximativement tout au moins, car le courant watté correspondant aux pertes subsistera toujours).

Si ce condensateur est en dérivation sur le primaire, il y a évidemment résonance lorsque ce condensateur

Digitized by Google

absorbe lui aussi 0,21 ampère sous 110 volts, c'est-à-dire si :

$110 \cdot C\omega = 0{,}21$ d'où $C = 6$ microfarads.

Si on le met au secondaire, il suffit de $\frac{6}{4} = 1{,}5$ microfarad.

3° Pour voir les relations qu'il y a dans un transformateur entre le courant primaire et le courant secondaire, le mieux est encore de les représenter graphiquement (fig. 2).

Par raison de symétrie, et parce que c'est le flux qui sert d'intermédiaire entre le primaire et le secondaire, prenons comme origine des phases celle du flux. Les tensions primaire E_1 et secondaire E_2 étant les dérivées du flux lui sont perpendiculaires et comme les ampèretours qu'elles produisent sont antagonistes, nous les porterons l'une vers le haut, l'autre vers le bas.

Les ampèretours à vide OA (nous parlons d'ampèretours et non pas d'ampères afin de pouvoir adopter la même échelle pour les deux circuits), ces ampèretours à vide sont un peu en avance sur le flux, puisque le fer est sujet à hystérésis. La longueur de OA et sa phase se déterminent au moyen d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un wattmètre.

Faisons débiter au secondaire des ampèretours OB en retard d'un angle φ_2 sur la tension correspondante. Immédiatement les ampèretours primaires augmentent et deviennent OC tels que la résultante de OC et de OB redonne encore OA.

On voit sur la figure que plus la charge augmente, plus on tend à avoir $\varphi_1 = \varphi_2$ et $n_1 I_1 = n_2 I_2$ ou

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Ce que nous venons de dire se rapporte à un transformateur dans lequel les résistances ohmiques sont négligeables et dans lequel il n'y a aucune fuite magnétique, c'est-à-dire que nous avons supposé que tout le flux produit par un des enroulements passait dans l'autre. Ce n'est évidemment qu'une première approximation : les deux enroulements n'étant pas confondus et ayant une certaine épaisseur, il y a nécessairement une certaine partie du flux primaire qui ne passe pas dans le secondaire et inversement. Pour serrer de plus près la réalité, nous devons considérer un transformateur réel comme constitué par un transformateur parfait analogue à celui que nous venons d'étudier, par deux résistances, l'une primaire, l'autre secondaire et par deux selfs de fuite, l'une primaire, l'autre secondaire.

Avec les forces électromotrices primaires ou secondaires et les courants nous avons encore le droit de construire le diagramme précédent, mais, si des forces électromotrices nous voulons passer aux tensions, il nous faut y ajouter ou en retrancher suivant le cas les chutes ohmiques et inductives (fig. 3).

Aussi, à partir du point D, porterons-nous un vecteur de longueur $DG = R_1 I_1$ parallèle à l'intensité et qui représentera la chute ohmique primaire. Puis, perpendiculairement à la direction de l'intensité, nous mènerons un vecteur de longueur $GH = l_1 \omega I_1$ qui représentera la chute inductive primaire. La tension primaire sera OH.

Au secondaire, nous ferons une construction analogue, en ayant soin cette fois de retrancher les chutes de tension ohmique FK et inductive KL. La tension secondaire sera OL.

4° Tant que nous avons supposé le transformateur sans fuites, il était

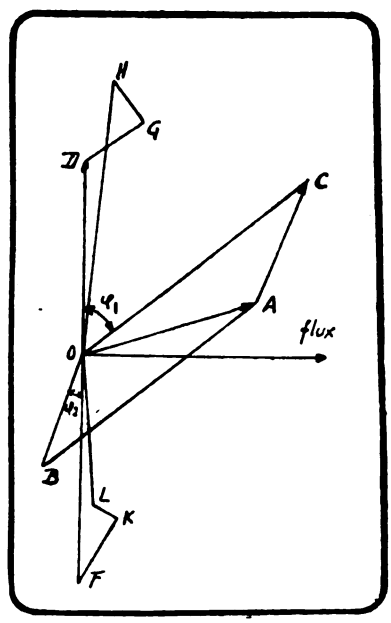


Fig. 3.

équivalent de placer des condensateurs au primaire ou au secondaire; la valeur des capacités correspondant à la résonance n'étaient pas les mêmes, mais les phénomènes observés gardaient la même allure. Il en est tout différemment lorsque les fuites magnétiques ne peuvent plus être négligées ; le transformateur ne forme plus un tout aussi compact et le secondaire peut très bien entrer en résonance sans que le primaire y participe directement. C'est ce qui arrive en particulier pour les transformateurs téléphoniques ayant un rapport de transformation élevé et présentant par suite une capacité répartie considérable.

Nous pouvons dans ces conditions considérer notre transformateur comme constitué par :

Un transformateur parfait comprenant une inductance primaire L_1 et une inductance secondaire L_2 parfaitement couplées.

Une résistance primaire R_1 et une résistance secondaire R_2.

Une inductance de fuite primaire l_1 et une inductance de fuite secondaire l_2.

Et enfin une capacité C_2 en dérivation aux bornes du secondaire.

Ecrivons les équations du transformateur, et pour rendre les calculs plus faciles, utilisons les quantités complexes ($j^2 = -1$).

Soient I_1 et I_2 les valeurs efficaces des courants dans chaque enroulement, U_1 et U_2 les tensions aux bornes, E_1 la force électromotrice d'induction dans le primaire du transformateur parfait, n le rapport de transformation de celui-ci.

Du côté primaire, la tension U_1 doit équilibrer la force électromotrice E_1, la chute ohmique $R_1 I_1$ et la chute inductive de tension $l_1 \omega I_1$.

$$U_1 = E_1 + R_1 I_1 + j l_1 \omega I_1 \qquad (1)$$

Du côté secondaire, la force électromotrice induite $E_2 = n E_1$ doit équilibrer la tension secondaire U_2, la chute ohmique $R_2 I_2$ et la chute inductive $l_2 \omega I_2$.

$$n E_1 = U_2 + R_2 I_2 + j l_2 \omega I_2 \qquad (2)$$

Enfin, la tension secondaire U_2 débite dans la capacité secondaire C_2

$$I_2 = j U_2 C_2 \omega \qquad (3)$$

Cherchons s'il peut y avoir résonance, en regardant si le courant primaire peut passer par un maximum ou par un minimum.

a) Examinons tout d'abord un cas extrême : le courant primaire peut-il devenir complètement nul ?

Dans ce cas, le primaire ne fournissant plus d'énergie au système, la force électromotrice d'induction serait uniquement due à la variation du courant secondaire et l'on aurait :

$$n E_1 = -j L_2 \omega I_2$$

Combinons cette relation avec les équations (2) et (3).

Il vient :

$$(L_2 + l_2) C_2 \omega^2 = 1 \quad \text{avec } R_2 = 0$$

Ainsi, dans le cas où la résistance secondaire est nulle, le courant primaire est nul quand il y a résonance au secondaire entre la capacité et la self totale (self principale et fuites). Le transformateur se comporte alors comme un circuit bouchon. Il n'y a pas de surtension au secondaire, le rapport de transformation du condensateur réel étant égal à n comme celui du transformateur parfait.

Si la résistance du secondaire n'est pas nulle, le courant primaire ne s'annule plus, mais on peut sans calculs compliqués prévoir ce qui arrivera. L'énergie dissipée dans le secondaire sous forme de chaleur doit être empruntée au primaire, le courant dans celui-ci au lieu de devenir rigoureu-

Digitized by Google

sement nul passe simplement par un minimum ; la résistance et les fuites magnétiques primaires interviennent alors pour faire baisser légèrement le rapport de transformation.

b) Examinons maintenant si le courant primaire peut passer par un maximum.

Le transformateur travaillant alors en charge, les ampèretours primaires et secondaires peuvent être considérés comme égaux et opposés, de sorte que l'on peut écrire en valeur absolue :

$$I_1 = n\,I_2$$

Eliminons I_1 et I_2 entre cette relation et les équations (1) et (2). Il vient :

$$n \cdot \frac{U_1}{U_2} = 1 - C_2\omega^2 (l_2 + n^2 l_1) + j\,C_2\omega\,(R_2 + n^2 R_1)$$

Ainsi, il y a résonance pour C_2 $(l_2 + n^2 l_1)\omega^2 = 1$. Il s'ensuit une surtension considérable au secondaire, à moins que les résistances ne soient excessives. Le coefficient de surtension a alors pour valeur :

$$\frac{U_2}{nU_1} = \frac{1}{C_2\omega\,(R_2 + n^2 R_1)}$$

c) Résumons-nous.

Dans le cas des transformateurs téléphoniques ayant au secondaire une capacité répartie considérable, on constate lorsqu'on augmente la fréquence deux résonances successives :

Pour $(L_2 + l_2)\,C_2\omega^2 = 1$, la self-inductance totale du secondaire, due principalement à la présence du fer entre en résonance avec la capacité secondaire disposée en parallèle. L'appareil joue le rôle d'un circuit bouchon, le courant primaire passe par un minimum et il n'y a aucune surtension au secondaire.

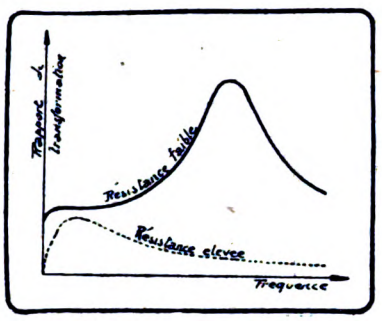
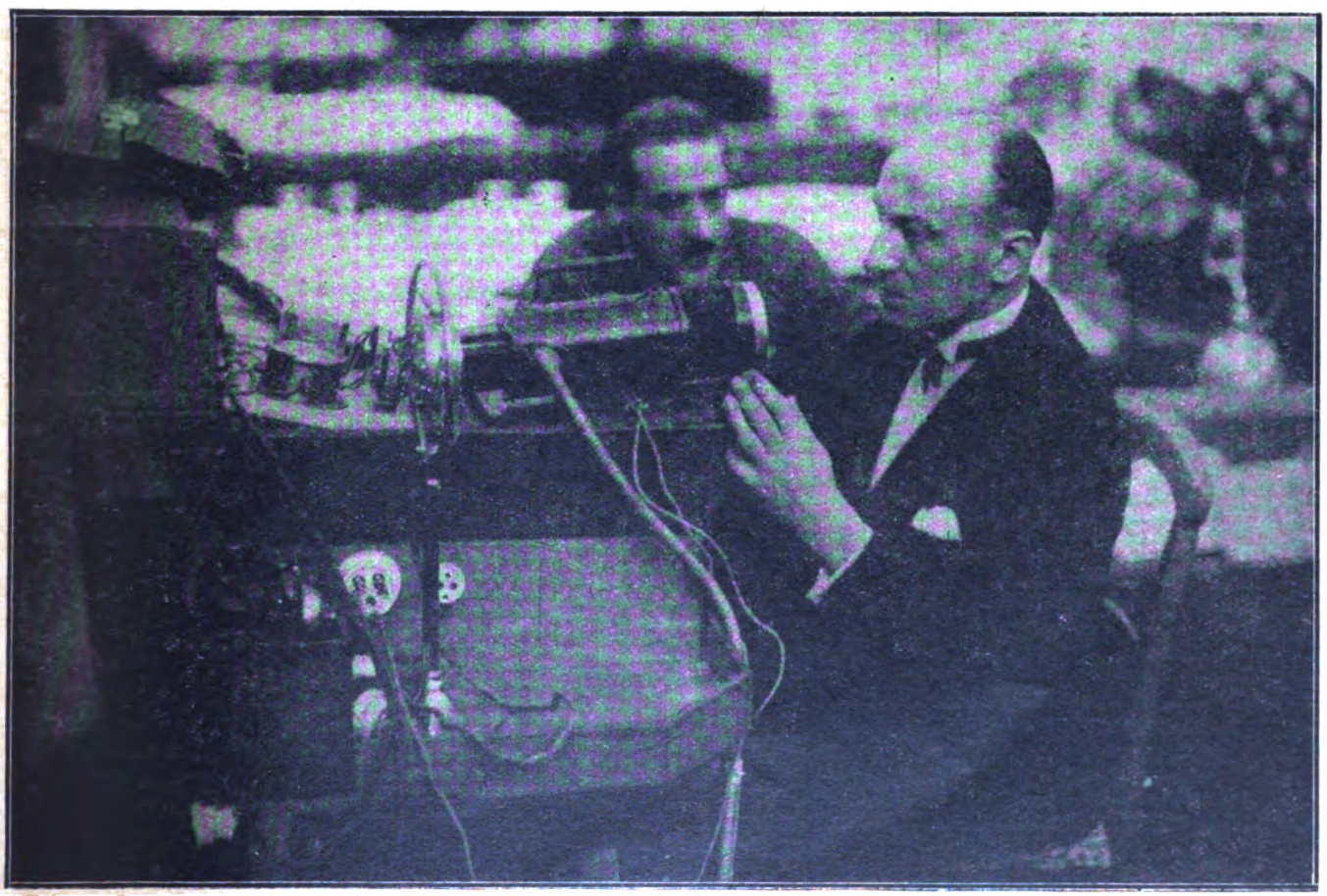


Fig. 4.

Pour $(l_2 + n^2 l_1)\,C_2\omega^2 = 1$, le fer n'intervient plus et les selfs de fuite sont en résonance avec la capacité du secondaire disposée en série. L'appareil se comporte comme un court-circuit ; le courant primaire est maximum et il y a au secondaire une surtension d'autant plus marquée que la résistance des circuits est plus faible.

Ces résultats sont particulièrement intéressants lorsqu'on étudie les amplificateurs basse fréquence. Dans ces appareils, le primaire du transformateur est en série avec la résistance de la lampe, résistance élevée, de l'ordre de quelques milliers d'ohms, tandis que le secondaire travaille à vide. Il n'y a donc à considérer au point de vue des résonances que les selfs secondaires, la capacité répartie secondaire, la self de fuite et la résistance primaires. Au moment de la première résonance, la présence de cette dernière produira un maximum du rapport de transformation ; au moment de la deuxième résonance, elle contribuera au contraire à diminuer la surtension. Si l'on porte en abscisses la fréquence et en ordonnées le rapport de transformation d'un étage basse fréquence, on aura donc des courbes analogues à celles de la figure 4, la courbe en traits pleins correspondant à une lampe très peu résistante, la courbe en traits pointillés se rapportant au contraire à une lampe très résistante. L'expérience vérifie pleinement ces conclusions.



11 AVRIL 1930. — VÉLODROME D'HIVER. — COURSE DES SIX JOURS.
M. BERRETROT A SON POSTE DE " SPEAKER ".

Digitized by Google

NOS RÉALISATIONS

UN RÉCEPTEUR PRATIQUE

Le S. S. 74

par R. LEPESQUEUR

LA mode est aux supers, c'est un fait certain; tous les rédacteurs de toutes les revues en publient des quantités et cependant les lecteurs en demandent constamment de nouvelles réalisations. Il est pourtant bien difficile de donner satisfaction à tous et à chacun, force nous est de choisir un juste milieu pour chaque type décrit afin de répondre aux desiderata du plus grand nombre possible d'amateurs.

Le S.S.74, sujet dont nous allons parler aujourd'hui, est avant tout un appareil d'auditeur, en ce sens qu'il ne prétend pas épater son auditoire par des prouesses de sensibilité et de puissance, mais est en revanche très simple à manœuvrer, peu encombrant, d'un entretien presque nul, suffisamment sélectif, enfin et surtout très fidèle, à condition toutefois, de lui adjoindre un haut-parleur digne de lui.

Il comporte quatre lampes, dont deux bigrilles. La première de celles-ci est montée en changeuse de fréquence suivant le schéma classique, la seconde est amplificatrice M.F. et fonctionne en B.G.P. Pour celà sa grille intérieure reçoit les courants à amplifier du tesla alors que sa grille extérieure est portée à un potentiel sensiblement équivalent à la moitié de la tension-plaque, faisant ainsi fonction d'écran. Le rendement ainsi obtenu est certes inférieur à celui d'une véritable lampe à grille écran, mais néanmoins bien supérieur à celui que donne une triode. Vient ensuite, la détectrice, dont la liaison avec la M.F. est faite à l'aide d'un transformateur à secondaire accordé (T.M.F.) et qui fonctionne par la courbure inférieure de la caractéristique plaque, point essentiel pour avoir une bonne reproduction. Enfin, la seule lampe amplificatrice B.F. est une lampe de moyenne puissance (dite lampe finale) attaquée par un bon transformateur de rapport 1/4 ou 1/5.

La tension-plaque est fournie par un ensemble redresseur et filtreur, transformant le courant alternatif du secteur en continu, et comprenant un transformateur Ta, une valve redresseuse V et un circuit self-capacités : S et K — K_1. Le chauffage des filaments est assuré par une batterie d'accumulateurs classique de quatre volts.

Ce récepteur peut assurément fonctionner sur cadre, mais pour plus de simplicité, nous avons constitué un ensemble de selfs réalisant un accord bourne et comprenant deux jeux qu'un inverseur bipolaire permet de mettre alternativement en circuit pour la réception des petites ou des grandes ondes ; ce circuit est excité par l'intermédiaire d'un petit condensateur C4, relié à un pôle du secteur, qui tient ainsi lieu d'antenne.

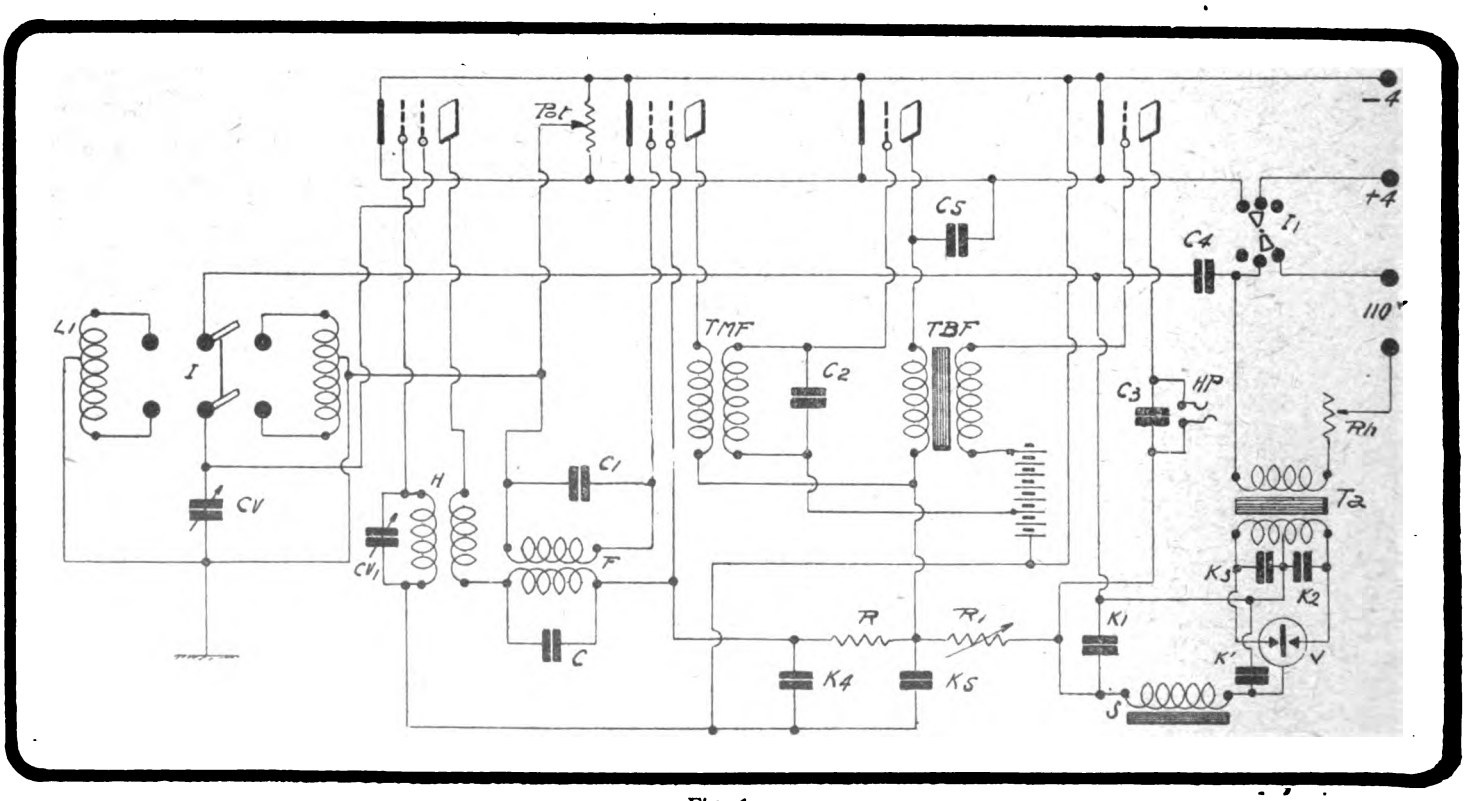
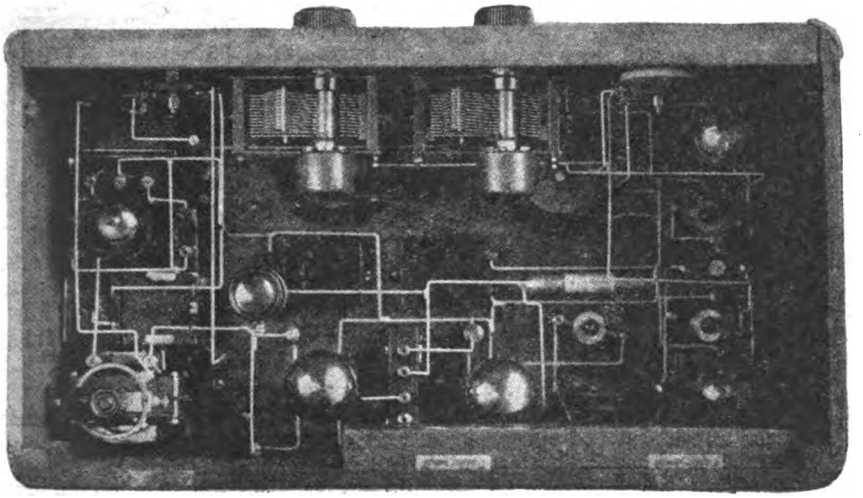


Fig. 1.

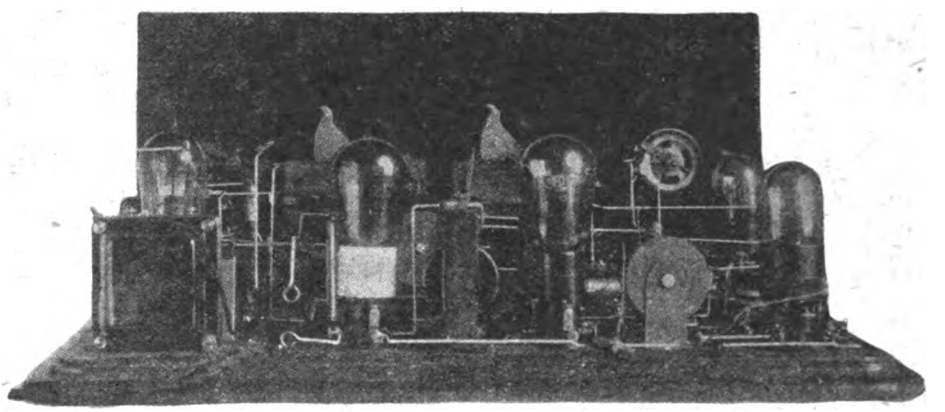
Digitized by Google



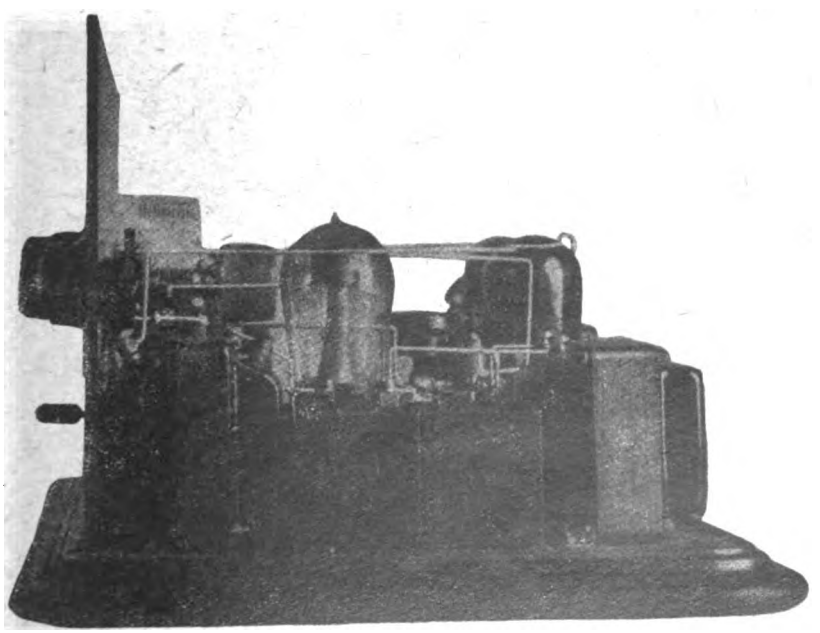
L'ensemble du montage est effectué dans une ébénisterie de dimensions convenables : 40 cm. de longueur, 22 cm. de hauteur et 25 cm. de profondeur.

Comme on le voit, le S.S.74, ainsi constitué, est simple et peu encombrant ; voici la liste du matériel nécessaire à sa confection :

Deux condensateurs variables démultipliés de 0,5/1000. (CV et CV1).
Trois condensateurs ajustables de 0,5/1000 (C, C1 et C2) pour l'accord des tesla et transfo M.F.
Deux condensateurs fixes de 5/1000 (C3 et C5).
Un condensateur fixe de 0,2/1000 (C4).
Deux supports de lampe bigrille.
Trois supports de lampe triode.
Un potentiomètre de 600 ohms (Pot).
Deux inverseurs bipolaires (I et I1).
Une self de 80 spires avec prise à la 20e (L1).
Une self de 250 spires avec prise à la 50e (L2).
Un transformateur B.F., rapport 1/4 ou 1/5.
Un jack 2 lames.
Une résistance bobinée de 15.000 ohms pour 5 millis (R).
Une résistance variable. Résistograd (R1).



Un transformateur d'alimentation donnant deux fois 250 volts et 30 milliampères.
Une self à fer, de 50 henrys pour 25 ou 30 millis (S).



Deux condensateurs fixes au papier de 0,1Mfd (K2 et K3).
Deux condensateurs fixes au papier de 0,5 Mfd (K4 et K5).
Un condensateur fixe au papier de 4 Mfds (K).
Un condensateur fixe au papier de 6 Mfds (K — 1).

Tous ces condensateurs isolés pour une tension continue de 500 volts.

Un rhéostat de 400 ohms (Rh).

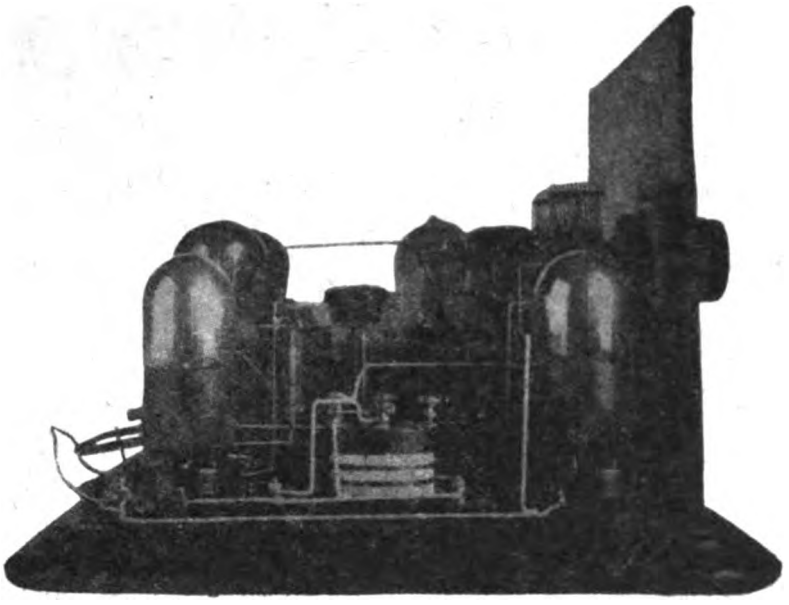
Enfin une oscillatrice, un tesla et un transformateur M.F. dont la description suit.

Oscillatrice. — Elle est constituée par deux bobines à faibles pertes, couplées dans le sens convenable (que l'on déterminera expérimentalement lors de la mise au point). La self de plaque comporte 150 spires et celle de grille 120. Elles sont maintenues à 1,5 cm. l'une de l'autre par une entretoise en carton (carte de Lyon). La bande de λ couvertes avec 0,5/1000 s'étage de 220 à 1.900 mètres, grâce à la fréquence de 100 kilocycles choisie par l'ampli M.F.

Tesla. — Il comprend un enroulement primaire de 350 spires dans la première gorge d'un mandrin classique dont nous rappelons les cotes sur la figure 2, et un enroulement secondaire en deux parties de 350 spires dans les troisième et quatrième gorges dudit mandrin. Les capacités utiles aux bornes de ces enroulements sont d'environ 0,5/1000 en C et de 0,2/1000 en C1. Le fil à employer pour le bobinage est du 3/10 deux couches soie.

Transfo M.F. — Peut être bobiné sur mandrin comme le tesla, le primaire est alors de deux fois 250 spires dans les gorges 1 et 2, le secondaire de deux fois 350 spires dans les gorges 3 et 4, même fil que ci-dessus. Une seconde solution, que nous avons adoptée pour cette réalisation, consiste à se servir de nid-d'abeilles « mignonettes » ; dans ce dernier cas, le fonctionnement général du récepteur est nettement supérieur, en sélectivité et en puissance. La bobine tenant lieu de primaire compte 600 spires, la bobine secondaire en a 800 et l'accord

Digitized by Google



sur 300 mètres est obtenu avec 0,2/1000 environ. Ces deux selfs sont disposées avec 8 % d'écartement entre elles.

Nous croyons inutile d'insister davantage sur le montage, les photographies ci-contre donnant une bonne idée de la façon dont sont disposées les pièces ; à remarquer, les piles de polarisation placées à l'intérieur de l'ébénisterie : ces batteries sont de 9 volts chacune et fournissent les polarisations nécessaires des grilles détectrice et B.F

MISE AU POINT ET RÉGLAGE.

Tout d'abord, il est utile de savoir quelles lampes utiliser. Nos lecteurs trouveront tous renseignements à ce sujet dans le tableau ci-contre.

La valve redresseuse est une biplaque sans filament V-70 de la Radiotechnique.

Le branchement du récepteur au secteur s'effectue simplement par une prise de courant, un fil souple sert à faire les connexions aux accus de chauffage. Le haut-parleur est relié à l'aide d'un jack à deux lames.

La mise en route est faite par la manœuvre de l'inverseur I1. Pour la première fois il est très utile, même indispensable d'avoir à sa disposition un voltmètre à cadre mobile, pouvant mesurer jusqu'à 150 volts. Ce dernier est relié par deux fils volants à la sortie du filtre de tension-plaque ; l'on ajuste la tension aux environs de 140 volts à l'aide du rhéostat Rh, puis l'on reporte le fil placé à la sortie de la self S au point commun des résistances R et R1. L'on règle la valeur de R1 de façon à avoir 80 à 85 volts ; il faut alors revérifier la tension à la sortie du filtre et la ramener à 140 volts si elle s'en est écartée.

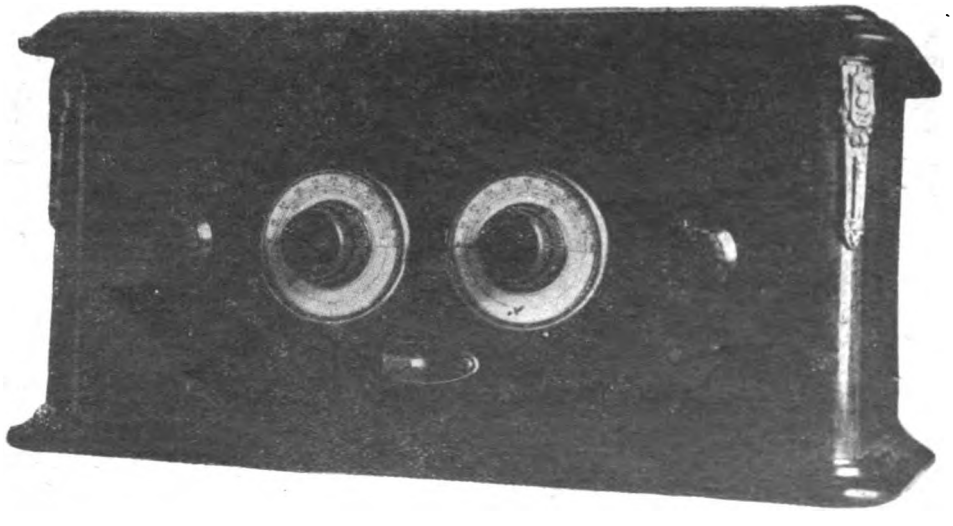
Il faut ensuite régler le tesla et le transfo M.F. sur 3.000 mètres de longueur d'onde. Ceci est facile à obtenir si l'on a un ondemètre à sa disposition, en faisant varier la capacité de C2 puis de C1 et C. En l'absence d'ondemètre, il convient de faire ce réglage en écoutant une émission puissante et rapprochée.

Lorsque ces opérations sont terminées, le récepteur est prêt à fonctionner et la recherche des stations se fait uniquement par la manœuvre simultanée des condensateurs CV et CV-1, le potentiomètre permettant de faire varier la puissance des auditions et aussi la sensibilité du montage.

Réalisé tel qu'il vient d'être décrit, le S.S.74 peut alimenter un diffuseur électro-dynamique dans de bonnes conditions ; les auditions obtenues sont ainsi d'excellente qualité et peuvent satisfaire les amateurs de bonne musique.

Un mot encore avant de terminer. Les polarisations négatives sont de 4 à 5 volts pour la détectrice et de 15 à 18 volts pour la B.F. Les condensateurs K2 et K3 sont indispensables pour éviter les ronflements du secteur ; enfin ne demandez pas au S.S.74 plus qu'il ne peut donner, c'est-à-dire les principaux postes européens tels que Langenberg, Vienne, Londres, Rome, etc...

Lampes	Fotos	Gécovalve	Métal	Philips	Radiotech.
B. G. (hétér.).	M-40	BG-4	DZ-1	A-441N	R-43M ou R83
B. G. (M.F.) .	M-40	BG-4	DZ-1 ou DG	A-441N	R43-0 ou R83
Détectrice...	D-15	L-410	DZI 508	A-415	R-75
Basse-fréq. . .	D-5	P-425	DX-502	B-405	R-77



Digitized by Google

Dix ans d'étude du Radio Research Board

par Léon DE LA FORGE

■ ■ ■ ■ ■

L'AMIRAL JACKSON

Il n'est pas toujours facile d'être renseigné sur les études et travaux scientifiques de notre propre pays, en raison de la dissémination des efforts, de la technicité des sujets, du secret, il faut bien le dire, que certains tiennent à garder à leurs initiatives.

A fortiori, devient-il parfois quasi impossible de se rendre compte de ce qui se fait à l'étranger, car aux difficultés précédentes viennent s'en ajouter d'autres : rédaction en langues étrangères, moindre nombre de documents originaux à la disposition du lecteur, et dans ce monde de vie chère, prix élevés des voyages, qui ne permettent pas aux savants de se déplacer facilement, ce qui d'ailleurs n'est pas dans la nature propre de l'homme de laboratoire.

Mais qu'il s'agisse de travaux nationaux ou étrangers nous nous heurtons toujours à une difficulté qui déroute l'homme pressé, que chacun de nous est obligé d'être aujourd'hui. Nous trouvons un grand nombre de documents sur un même sujet, sur le sujet qui nous intéresse, mais il nous faudrait un temps supplémentaire important pour arriver à en extraire ce qui nous est utile ; les études se recouvrent quelquefois, d'autres fois il y a des lacunes importantes ; en un mot, nous manquons d'une synthèse des travaux effectués sur un sujet.

Le Radio Research Board, que je définirai tout à l'heure, a eu l'heureuse idée de donner en un volume le compte rendu général de dix années d'activité, et il annonce que désormais, il publiera chaque année une suite à ce volume, le mettant à jour des dernières études et expériences.

Certes nous ne possédons pas encore un exposé d'ensemble de toutes les recherches en radiotélégraphie entreprises depuis ces dix années, mais cet exposé, même réduit à l'œuvre d'un seul Comité de Recherche, est précieux, car on peut être sûr qu'il n'est aucune question importante de radioélectricité vraiment digne d'être examinée qui n'ait manqué de l'être par un organisme aussi bien armé et fourni de moyens financiers et matériels que le Radio Research Board.

C'est donc dans cet esprit que nous allons donner une analyse rapide de ce travail.

L'AMIRAL JACKSON

L'examen des diverses questions étudiées au cours de ces dix dernières années est précédé d'un rapport d'ensemble adressé « à leurs seigneureries du Comité du Conseil Privé des recherches scientifiques et industrielles » établi par le Président du Radio Research Board, l'Amiral Jackson ; avant que ce rapport n'ait eu le temps d'être édité par His Majesty's Stationery Office, l'Amiral Jackson décédait ; et nous ne manquerons pas ici de rendre hommage au grand chef de la marine britannique, qui a joué dans son pays un rôle analogue à celui que joue dans le nôtre le savant soldat qu'est le général Ferrié, à la tête de nos services nationaux de radio-électricité.

Lorsque l'on apprit la mort de l'Amiral Jackson survenue le 14 décembre 1929 à l'âge de 74 ans, un bon nombre de renseignements sur la part qu'il avait prise aux premières expériences de télégraphie sans fil, et qui a permis aux Anglais de prétendre qu'il avait les mêmes titres que Marconi à en être considéré le créateur, furent révélés.

Comme il n'est pas toujours facile de connaître l'évolution d'idées des grands maîtres et pionniers de la T. S. F., je rappellerai brièvement la carrière de l'amiral Jackson.

Henry Bradwardine Jackson naquit à Barnsley le 21 janvier 1855, et à l'âge de 13 ans il entra dans la carrière à laquelle il devait appartenir jusqu'à la fin de ses jours ; au mois de décembre 1868, il devenait cadet de la marine de guerre, qui était déjà à cette époque considérée comme une des armes savantes. Enseigne de vaisseau en 1874, lieutenant de vaisseau en 1877, il est de plus en plus attiré par la partie scientifique de son métier, et comme il faut se spécialiser il choisira à ce moment la branche où les mathématiques et les observations astronomiques ont une grande importance, la navigation. Il va maintenant naviguer à bord de l'*Active*, faire le tour de l'Afrique, prendre part à la guerre contre les Zoulous (1878-1879). De retour en Angleterre, il sera à nouveau séduit par une arme nouvelle et scientifique, la torpille ; pendant trois ans et demi, il fera partie de l'état-major du navire-école des torpilles, le *Fermon*, et aura l'occasion d'aller suivre le développement des fameuses torpilles Whitehead à Fiume. La torpille est un véritable sous-marin autonome.

Il ne faut pas oublier non plus que la première torpille utilisée était une torpille portée, une charge de coton-poudre fixée au bout d'une hampe, qu'on allait *porter* en canot à vapeur sous le navire ennemi, et qu'on faisait exploser au moyen d'une amorce électrique ; une pile était nécessaire pour l'opération ; ce fut ainsi d'ailleurs que l'électricité s'introduisit pour la première fois à bord des navires de l'ancienne flotte, et dans la plupart des marines le premier officier torpilleur fut aussi le premier officier électricien du bord ; la tradition s'en est conservée pendant longtemps.

Jackson, promu capitaine de frégate le 1er janvier 1890, fut nommé au commandement de l'*Edinburgh*, en Méditerranée, et c'est en cette fonction qu'il eut l'occasion dès 1891 de se mettre à l'étude de la télégraphie sans fil. L'idée première qui semble l'avoir inspiré était pour lui de mettre à la disposition des torpilleurs, petits navires sans grandes ressources, un moyen de se faire reconnaître de leurs cuirassés lorsqu'ils ralliaient ceux-ci de nuit, de ne pas risquer de se faire prendre pour des ennemis qu'on aurait canonné sans pitié et en bonne et due règle ; et ce moyen, il pensa le trouver dans les ondes électromagnétiques, dont les expériences de Hertz et le cohéreur de Branly laissaient entrevoir la possibilité de s'en servir dans ce but.

Il réussit d'abord à communiquer entre l'avant et l'arrière de son navire par télégraphie sans fil.

Un peu plus tard, en 1895, avant même d'être au courant des expériences de Marconi, il poussait ses expériences et cherchait à faire communiquer deux navires entre eux. Au mois d'août 1896, il y parvenait ; il utilisait le cohéreur, et comme tapeur décohéreur, une sonnette électrique ; ses essais restaient secrets.

Le 1er septembre 1896, il se rencontrait avec Marconi. Cet incident, qui devait être gros de conséquence, marque une des initiatives les plus heureuses de Jackson, et en même temps met en valeur sa grandeur d'âme.

L'amiral Sir Reginald Bacon a, dans ses souvenirs, rappelé fort judicieusement le rôle joué alors par Jackson. L'amirauté britannique venait de recevoir une offre intéressante, celle des brevets Marconi. Comme on le fait toujours en semblable circonstance, ces brevets furent soumis à l'examen d'un Comité des signaux. Ce comité de signaux était « un très honorable corps qui connaissait la couleur de chaque pavillon et tout ce qui concernait les signaux Morse, mais pour lequel l'électricité était une science cachée. Il n'y

Digitized by Google

a donc rien d'étonnant à ce qu'il ait conclu contre l'adoption de la télégraphie sans fil, de peur qu'elle ne fasse exploser le magasin aux poudres. L'acquisition des brevets fut alors refusée. » (Amiral Bacon, *Souvenirs*).

C'est alors que le commandant Jackson intervint personnellement, et au lieu de se contenter d'entériner l'avis de ses chefs, supplia l'Amirauté de passer outre et de convoquer Marconi. En même temps qu'il allait ainsi apporter une aide sérieuse à l'ingénieur italien, il rendait un fameux service à la marine de son propre pays.

Certains ont même exprimé le regret que l'Amirauté n'ait pas remis à Jackson le soin complet de pousser plus avant encore ses expériences, en lui fournissant tous les moyens de les poursuivre, et fait remarquer que les dépenses qui auraient été ainsi faites auraient économisé beaucoup des sommes versées par la même Amirauté pour payer des droits de brevets.

Quoiqu'il en soit, le commandant Jackson se rencontra avec Marconi le 1er septembre 1896, et put constater que quelques détails à part, il avait travaillé dans une voie parallèle et déjà obtenu sensiblement les mêmes résultats.

Peu après, à ces deux hommes, le Post Office demanda d'adjoindre un observateur, et cette trinité de chercheurs réussissait, aux manœuvres navales de 1898, à assurer des communications jusqu'à 60 milles de distance.

Une nouvelle avance en télégraphie sans fil va être marquée par Jackson lorsqu'il expérimentera un nouveau système d'accord, en 1901, et lorsqu'il réussira à recevoir sur la même antenne deux messages envoyés simultanément par deux navires éloignés de 30 à 40 milles.

En 1904, il part avec Marconi sur le cuirassé *Duncan* pour effectuer au cours d'une croisière des essais de T. S. F. à grande distance, et en fait, il put ainsi assurer facilement la communication Gibraltar-Angleterre.

Désormais, Jackson fera autorité dans la marine britannique, mais avant d'arriver à la seconde partie de son œuvre scientifique, à cette présidence effective de Radio Research Board qu'il assura au cours de ces dix dernières années, qu'il me soit permis de citer quelques dates de sa carrière maritime, et quelques postes en vue qu'il occupa.

En novembre 1897, il est nommé attaché naval à Paris, qu'il quittera en 1899 pour prendre le commandement du *Vulcan*, navire dépôt de torpilles ; il remplira occasionnellement une mission en Italie, mais sera surtout désormais considéré comme le chef du service de la télégraphie sans fil dans la marine.

En 1904, il commande le *Vernon*, école des torpilles à Portsmouth. Lord Fisher, l'un des fondateurs et le grand réformateur de la marine britannique moderne, le chargea des applications de la science à la marine ; il fut un de ceux qui décidèrent la création du type de cuirassé connu sous le terme de *Dreadnought*, d'après le nom du premier navire du type.

Aide de camp du Roi de 1905 à 1908, il fut nommé contre-amiral à cette date, et le 9 novembre, créé chevalier.

Il va ensuite exercer une série de commandements comme officier général, et il venait d'être nommé au commandement en chef des escadres britanniques de la Méditerranée lorsque la guerre éclata ; on le retint alors une fois de plus à l'Amirauté à Londres, et le 23 mai 1915, il devenait premier lord de l'Amirauté, le personnage le plus important de la marine britannique, avec le commandant en chef de la flotte ; il sentit alors peser sur ses épaules le poids des lourdes responsabilités ; c'est lui qui eut le premier à faire face aux dangers de la guerre sous-marine. Il fut l'objet d'attaques et de critiques à cette occasion, qui n'avait pas été prévue dans les plans stratégiques anglais. Il quitta ce poste en 1916, pour être remplacé par l'amiral Jellicoe et devenir premier aide de camp du Roi.

Lorsque la guerre fut finie, ses vastes connaissances le firent tout naturellement désigner pour occuper la présidence d'un comité tout nouvellement créé, le comité dit Radio Research Board, qui faisait partie du Department of Scientific and Industrial Research. Ce qu'il fit à ce poste, nous ne pouvons en donner un meilleur exposé qu'en parcourant le compte-rendu de dix années d'expériences, qui vient de paraître, ainsi que nous le disions au début de cet article.

Ajoutons que Jackson avait été promu amiral de la flotte, le plus haut grade d'officier général, le 31 juillet 1919, et qu'il prit sa retraite en 1924.

L'amiral Jackson, parmi les nombreuses distinctions dont il avait été l'objet, était fier de porter la plaque de grand-officier de la Légion d'honneur.

LE RADIO RESEARCH BOARD

« Le Radio Research Board fut fondé en 1920, dans le but d'aider à la coordination des travaux de recherches entrepris par l'armée et la marine, et par le Post Office, et pour effectuer des travaux de recherche d'un caractère fondamental dans les directions où on manquait de renseignements, et où il était probable qu'on pourrait être amené à des applications utiles, dit l'amiral Jackson lui même en tête de son rapport. Le temps passant, on trouva que l'attention apportée au second de ces buts absorbait une plus grande part de nos délibérations que l'attention qu'il était nécessaire d'apporter au premier. Les faits furent reconnus dans les recommandations au *Committee of Civil Research*, en conformité desquelles nous avons cessé maintenant d'être responsables pour la coordination directe des recherches radiotélégraphiques du gouvernement.

« Les années passées, un chapitre résumant le travail du Board a été inclus dans le rapport annuel du Department ; mais comme les résultats publiés des recherches exécutées directement par le Board ont attiré tant dans notre pays qu'à l'étranger une attention de plus en plus grande, nous considérons maintenant désirable de faire paraître chaque année, en publication séparée, un exposé plus complet de progrès des travaux entrepris sous nos auspices. Dans le présent rapport, qui est le premier de nos rapports annuels, nous passons en revue le travail exécuté depuis la création du Board jusqu'à ce jour. »

LES COMITÉS

Comme les membres de Radio Research Board n'auraient pas pu mener de front tous les travaux qui paraissaient nécessaires, on confia ceux-ci à des comités ; et l'expérience montra qu'on pouvait partager le travail d'après les sujets entre quatre comités principaux qui furent :

Propagation des ondes ;
Atmosphériques ;
Radiogoniométrie ;
Lampes thermoïoniques.

Ultérieurement, on jugea nécessaire de créer un cinquième comité, qui fut chargé des :

MESURES DE PRECISION

Enfin certains comités temporaires furent créés pour le besoin des causes.

Le Radio Research Board a fait appel non seulement à son propre personnel mais encore aux savants dont l'autorité était reconnue en matière théorique, et il se proposa de faciliter la prise de contact entre ceux-ci d'une part et d'autre part tous ceux dont la profession est de faire journellement application de ces théories.

BATIMENTS ET SITES

Je suivrai maintenant l'ordre même dans lequel l'amiral Jackson fait l'exposé des travaux du comité.

Tout d'abord, le Radio Research Board songea à faire appel au concours des laboratoires déjà existants, tels que le National Physical Laboratory, ou les laboratoires d'Universités, tous équipés d'instruments scientifiques modernes. Mais bientôt le Board dut entreprendre des mesures tout à fait particulières ; il lui fallut choisir des sites éloignés de certaines constructions, de forêts, etc. Il put installer dans les terrains voisins de Compass Observatory de l'Amirauté britannique à Ditton Park, près de Slough, un premier observatoire. Quand il s'agit de l'étude des atmosphériques, la station du Meteorological Office à Aldershot lui servit pendant un temps ; mais il dut, en 1924, transporter ses instru-

Digitized by Google

ments à Slough. Un incendie détruisit bientôt une partie des installations.

Cependant, on n'avait plus besoin des grandes antennes pour l'observation des atmosphériques, et le Board put construire sa propre station, connue sous le nom de Radio Research Station à Slough, munie de tous les appareils nécessaires ; une station avancée fut installée à titre provisoire à Peterborough.

Enfin, le Board eut à sa disposition lorsqu'il en eut besoin, par exemple pour les expériences de radiogoniométrie, plusieurs stations de l'armée ou de la marine ; tandis que la société, qui possède le monopole de fait de la radiodiffusion en Angleterre, la British Broadcasting Corporation concourut de son côté aux expériences en faisant les émissions utiles. De même, le Board obtint des facilités à l'étranger et y installa même des centres d'observation.

PROPAGATION DES ONDES

« Dans l'étude de la propagation des ondes, notre résultat le plus important a été d'obtenir la première preuve expérimentale directe de l'existence de la couche d'Heaviside, et de son effet sur la transmission des ondes radioélectriques. En 1925, le professeur Appleton, membre de notre Board, suggéra et exécuta pour notre compte, avec le concours de la British Broadcasting Corporation, une série d'expériences préliminaires qui fournirent une preuve cruciale de l'existence d'une telle courbe, et donnèrent une indication sur la hauteur à laquelle elle se trouve. Pour ces expériences, la longueur d'onde d'un émetteur était changée continuellement entre des limites voisines, et les interférences maxima et minima entre l'énergie propagée le long de la surface du sol et l'énergie renvoyée par les couches supérieures de l'atmosphère furent enregistrées par un dispositif photographique à la station de réception, qui était située à environ 80 milles de l'émetteur. On obtint ainsi un certain nombre de franges d'interférences et on les compta. En partant de ce nombre on détermina la différence de chemin parcouru entre les ondes directes et les ondes rabattues, et on calcula la hauteur de la couche qui fut trouvée d'environ 80 kilomètres. » (Reform of the Radio Research Board.)

Le rapport nous signale ensuite un certain nombre d'expériences ou de faits connus, mais qu'il est bon de noter :

1° Variations de force des signaux suivant l'heure ;

2° Etude de la force électrique et de la force magnétique ;

3° Etablissement des cartes d'égale force ;

4° Effet d'atténuation des ondes produit par les districts très peuplés, les antennes nombreuses, etc. ;

5° Détermination de la résistance de la terre et de sa constante diélectrique ;

6° Ionisation de l'atmosphère ;

7° Variations du fading.

Notons aussi ce point important :

« Des données récemment obtenues ont clairement montré l'existence de deux régions déviatrices. La hauteur à laquelle la déviation des ondes d'environ 400 mètres se produit semble normalement être 80 à 120 kilomètres ; mais à maintes occasions, au milieu de la nuit, une valeur entièrement différente et de 220 à 300 kilomètres a été trouvée pour la hauteur de cette couche, et aucune valeur intermédiaire n'a été observée. Dans ces occasions, la région basse est reformée après le lever du soleil, et les hauteurs de 80 à 120 kilomètres sont retrouvées. Pendant le jour, les observations semblent indiquer qu'il existe entre les couches réfléchissantes une troisième région ionisée, qui cause une atténuation des ondes, mais qui n'affecte pas matériellement la hauteur à laquelle elles sont déviées. » (*Op. cit.*).

Le rapport annonce ensuite l'exécution de prochaines expériences sur ondes très courtes, et sur ondes ultracourtes.

Enfin, on a étudié le régime électrique des différentes antennes, la valeur réelle du courant en chaque point, etc.

RADIOGONIOMETRIE

Le Board a étudié d'abord les divers types d'erreurs que l'on rencontre en radiogoniométrie :

« 1° Les erreurs instrumentales, dues à l'appareil lui même ;

« 2° Les erreurs dues aux conditions locales, telles que les inégalités géographiques du site, le voisinage de lignes télégraphiques, de constructions métalliques, d'antennes, etc. ;

« 3° Les erreurs introduites pendant le passage des ondes de l'émetteur au récepteur. »

Il a étudié ensuite les erreurs dues aux *effets de nuit* et a reconnu l'effet rectificateur produit par la mer sur la propagation des ondes, effets déjà signalés en France par M. René Mesny.

Il a comparé les ondes amorties et les ondes entretenues, en ce qui concerne les variations des relèvements observés.

Il a poussé ses études radiogoniométriques sur des ondes variant de 300 à 19.000 mètres et sur des distances de 0 à 3.000 milles.

Il a pu constater ceci :

« De récentes observations ont montré que pour des distances semblables les variations pour toutes les longueurs d'ondes sont du même ordre et que les amplitudes réelles des variations décroissent considérablement pour une portée de transmission excédant 3.000 milles. En fait, les observations de relèvement des stations américaines ne montrent aucune distinction nette entre les périodes de jour ou de nuit. » (*Op. cit.*).

La théorie de propagation des ondes, précédemment trouvée, rend parfaitement compte des observations faites en radiogoniométrie.

Le Board a ensuite eu l'occasion d'étudier l'influence de la composante polarisée horizontalement des ondes rabattues, et lui a attribué les variations de relèvement. Il a alors cherché à l'éliminer, en particulier en revenant à l'emploi du système Adcock.

Au point de vue de l'utilité immédiate, le Board a, sur les instances du Board of Trade, étudié le système de phare radioélectrique tournant, qui permet à tout navire muni d'un poste récepteur ordinaire, mais non de radiogoniomètre, de prendre son relèvement par rapport à lui.

ATMOSPHERIQUES

Les études sur les atmosphériques entreprises par le Board constituent certainement une partie parfaitement originale de son œuvre, et sont après celles de la propagation, les plus intéressantes pour le grand public, qui utilise moins les radiophones que les postes récepteurs d'amateurs.

Les recherches sur les atmosphériques ont conduit le Board à améliorer considérablement l'emploi de l'oscillographe cathodique, pour déterminer leur direction facilement, leur forme, leur nombre. Nous serons très brefs sur ce point ; nous renvoyons au compte rendu que nous avons déjà donné (voir Presse étrangère, avril 1930) d'après une série d'articles de M. R.-A. Watson Watt, qui a précisément fait partie du Comité de recherches sur les atmosphériques, parus dans le *World-Radio*.

ETALON DE FREQUENCES RADIOELECTRIQUES ET MESURES DE PRECISION

C'est au National Physical Laboratory que le Radio Research Board s'est adressé tout d'abord pour l'établissement d'étalons de fréquences.

L'ondemètre qui fut mis le premier en service était construit sur le principe du multivibrateur. Des relations étroites ont été entretenues aussi avec le laboratoire de l'Union Radiotélégraphique Internationale installé à Bruxelles et chargé de la surveillance de la fréquence d'émission des stations européennes.

Le quartz a bien entendu fait l'objet de nombreuses études à son tour, et différentes méthodes d'emploi ont été tour à tour examinées.

Des comparaisons internationales d'étalons de fréquence ont été entreprises.

Enfin le Radio Research Board a construit un pont de Schering pour les mesures de fréquences entre 2.600 et 10 kilocycles par seconde (200 à 3.000 mètres de longueurs d'onde).

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ETRANGERE

Le circuit exceptor. (World Radio Exceptor Circuit) *World Radio* 21 et 28 février 1930, par E. Redpath.

On sait que le nouveau plan d'organisation de la radiodiffusion en Grande-Bretagne comprend l'érection de cinq grandes stations, qui fourniront à l'amateur situé dans la zone d'audition deux programmes au choix, à tout instant; l'émission se fera d'un seul et même point.

Il n'y a actuellement qu'une station de radiodiffusion qui soit entrée en fonction, c'est celle de 2LO Londres-Brookman's Park, qui a remplacé d'ailleurs 2LO Londres-Oxford Street tout récemment; encore, la station de Brookman's Park ne fait-elle double transmission qu'à titre d'essais.

Mais ces essais ont suffi à troubler quelques auditeurs qui n'arrivent pas à passer facilement de l'une des émissions faite sur 261 mètres de longueur d'onde à l'autre faite sur 356 mètres.

Des plaintes se sont élevées, malgré que la B. B. C. (British Broadcasting Corporation) ait pris soin, avant d'inaugurer ce nouveau système, de répandre une brochure intitulée « La réception des doubles programmes » (The reception of alternative programmes); on n'est plus au temps où tout auditeur se doublait d'un technicien avide d'aborder une difficulté nouvelle; et elle a jugé bon de donner des explications dans la partie technique de son journal officiel *World Radio* (numéros des 21 et 28 février 1930).

La valeur de l'exceptor circuit ressort d'une expérience faite à Brookman's Park même et qui a consisté à recevoir dans la station même de radiodiffusion émettant simultanément un programme sur 261 mètres et un autre sur 356 mètres, sur appareil à galène et antenne, ou l'une ou l'autre émission sans qu'il y ait interférence.

L'auteur donne d'abord deux exemples d'emploi de son exceptor circuit. Comme ce circuit a pour but de permettre la distinction des deux programmes d'une même station destinée à servir les auditeurs qui ne possèdent pas de postes puissants, il montre comment l'appliquer dans le cas :

1° d'un poste à galène.

2° d'un poste à 2 lampes.

Le principe de l'exceptor circuit est le suivant : entre le condensateur d'antenne et la terre, il branche deux circuits comprenant chacun une self et un condensateur, celui-ci du type variable, et tel qu'un commutateur permet de mettre en fonction soit un circuit soit l'autre.

On accorde séparément chacun des circuits sur l'onde à recevoir, en prenant quelques précautions.

L'auteur fournit sur l'exceptor circuit toutes données relatives aux selfs et aux condensateurs susceptibles de donner les meilleurs résultats.

Il examine les différents cas qui peuvent se rencontrer dans la pratique actuelle de l'audition et qui peuvent être considérés comme dépendant :

a) de la distance à vol d'oiseau entre la station d'émission et le poste d'audition;

b) des dimensions de la valeur efficace générale de l'antenne;

c) de la sélectivité de l'appareil de réception lui-même;

d) des possibilités de l'appareil et de ce que lui demande son propriétaire.

Enfin, le circuit exceptor ayant été ainsi défini et critiqué, l'auteur examine son emploi dans un cas plus général que celui de l'unique station à double émission, par exemple, celui de stations plus éloignées, que l'on peut désirer écouter en supplément de Brookman's Park, lorsque l'on possède un appareil récepteur suffisamment puissant.

Le nom d'exceptor a été donné par l'auteur en raison de la propriété de ce double circuit d'*excepter* une réception, c'est-à-dire ce fait de l'éliminer, lorsqu'on veut recevoir l'autre.

Notes scientifiques. — Les radiations cosmiques. (Science Notes. The Cosmic Radiation). *The Listener.* Vol. III, n° 59, 26 février 1930, par A. S. Russel.

Les grands progrès de la physique moderne sont marqués, et on peut dire même ont en grande partie été déclenchés par la découverte de radiations inconnues jusqu'à la fin du XIXe siècle, rayons X, radioactivité, etc... L'étude de plus en plus poussée de la télégraphie sans fil a permis de nombreuses observations ou expériences sur la propagation des ondes électro-magnétiques. En un mot, depuis une quarantaine d'années le rayonnement a été la base des études physiques.

Il en est résulté des essais de synthèses théoriques, dont aucune n'est aujourd'hui complètement satisfaisante, hypothèses de l'émission, hypothèse de la nature électro-magnétique des ondes lumineuses, théories atomiques et électroniques, théorie des quanta, mécanique ondulatoire.

Une des raisons, qui, sans vouer à l'échec complet la succession de ces explications, les fait juger insuffisantes, est que de nouveaux phénomènes découverts quotidiennement viennent rendre certaines d'entre elles caduques.

Nous ne sommes donc pas encore en possession de données suffisamment complètes sur les diverses radiations — ce mot étant pris sans préjuger de leur nature — et nous devons donc rechercher activement celles qui nous ont jusqu'ici échappé ou celles qui nous sont le moins connues.

C'est à la question des radiations cosmiques, les dernières en date des radiations puisque certains même en nient complètement l'existence que M. A. S. Russel consacre une partie des notes scientifiques, qu'il donne dans le *Listener* du 26 février 1930.

M. A. S. Russel rappelle d'abord comment on est arrivé à imaginer l'existence des radiations cosmiques. L'étude des substances radioactives avait permis de découvrir trois catégories de rayons émanant de ces corps, les *rayons* α formés de particules électrisées positivement, les *rayons* β formés d'électrons, les *rayons* γ de même nature que les rayons X ou que la lumière; ces rayons γ sont les plus pénétrants de tous; ils ont pu traverser 30 centimètres de plomb.

Tout naturellement on s'est demandé s'il n'y avait pas de rayons encore plus pénétrants que les rayons γ et c'est au cours de cette recherche qu'on a découvert les radiations cosmiques, car on a en effet trouvé des rayons plus pénétrants que les rayons γ, mais au lieu de provenir de substances radio-actives, ils semblent nous arriver de l'extérieur de notre planète, du fond des espaces interstellaires.

L'appareil qui sert à détecter ces radiadiations est l'électroscope à feuille d'or; on sait comment un pareil instrument chargé d'électricité se décharge lorsque l'air dans lequel il est plongé est ionisé par une radiation telle que celle des rayons γ.

M. Russel nous montre ensuite quel fut le point de départ des expériences qui permirent de mettre en évidence les radiations cosmiques :

« Le travail initial sur ce sujet fut fait par le professeur Hess et par le professeur Korlhörster en Europe, en 1911-1913. Ils remarquèrent que si un électroscope est emporté en l'air dans un ballon jusqu'à une hauteur de un kilomètre, il détecte des radiations de moins en moins puissantes. Ceci fut attribué, et probablement avec justesse, à la diminution des radiations γ des substances radio-actives de la terre. En s'éloignant entre un et sept kilomètres de la surface de la terre, ils découvrirent cependant que la radiation recommençait à augmenter, montrant que quelque chose de différent avait été mesuré. Depuis 1921, le professeur Millikan et ses collaborateurs, en Amérique, ont continué et développé son œuvre. Ils lancèrent des ballons-sondes munis d'électroscopes jusqu'à des hauteurs de dix milles (16 kilomètres environ); ils ont aussi plongé des électroscopes à des profondeurs variées dans des lacs de neige à de hautes altitudes. Leurs résultats se sont montrés très différents dans le détail de ceux des investigateurs européens, mais ils admirent que les radiations venaient de points extérieurs à la terre, et qu'elles étaient beaucoup plus pénétrantes que tous les rayons connus jusqu'à ce jour des investigateurs de la radio-activité. En ce qui concerne le pouvoir de pénétration de ces radiations les Américains diffèrent des Européens. » (*Op. cit.*)

M. Russel discute ensuite l'origine de ces radiations et leur nature; le soleil est hors de cause puisqu'on les observe de nuit, et il cite l'hypothèse hardie du professeur Millikan et du docteur Cameron, qui après avoir rejeté comme sources les étoiles, admettent que dans les espaces interstellaires, où la température est voisine du zéro absolu, l'énergie émise par les étoiles se transforme en ces deux unités, le proton et l'électron, qui s'uniront plus tard pour former des atomes, tels que ceux de l'hélium, de l'oxygène et du silicium, et Millikan va même beaucoup plus loin, puisqu'il prétend avoir pu analyser les radiations cosmiques, et y avoir trouvé « trois rayonnements de pouvoir pénétrant différent, et dont chacun correspond de très près au pouvoir pénétrant des radiations, qui vraisemblablement sont émises quand l'hélium, l'oxygène et le silicium sont formés par leurs éléments. »

Digitized by Google

C'est donc au cours de leur constitution en atomes, que ces protons et électrons émettent de l'énergie, qui nous parvient sous forme de radiation cosmique.

Pour être juste, l'auteur de l'article expose aussi les idées des contradicteurs de Millikan qui mettent en doute les émissions cosmiques, et qui ne voient dans les radiations trouvées dans l'air par Millikan que des traces de radiations terrestres.

Et M. A. S. Russel conclut sagement que pour le moment l'étude des radiations cosmiques est encore dans son enfance.

« L'interprétation moyenne et sage consiste à dire qu'il y a un cas de *prima facie* de l'existence des radiations cosmiques, que le sujet est encore dans son enfance, et que par conséquent le travail expérimental doit être poursuivi avec zèle, et la spéculation sur les résultats obtenus réduite au minimum. On est d'accord pour dire que si un proton et un électron doivent se rencontrer de telle façon qu'ils s'annihilent l'un l'autre, de l'énergie sera émise sous forme de radiations, qui pourrait bien être l'une des radiations cosmiques détectées par l'électroscope. »

Nous ne le contredirons pas.

Les atmosphériques. — (About Atmospherics. *World-Radio* X, n° 233 (10/1/30), n° 234 (17/1/30), n° 235 (24/1/30), n° 237 (7/2/30), n° 239 (21/2/30), par R.-A. Watson Watt, du Radio Research Committee on Atmospherics.

L'importance de la question des atmosphériques justifie pleinement l'espace consacré à l'exposé de l'état de nos connaissances actuelles en cette matière dans *World-Radio*, le journal officiel de la British Broadcasting Corporation, qui, comme on sait, détient le monopole de fait de la radiodiffusion en Grande-Bretagne. La rédaction de cet article a été confiée à M. R.-A. Watson Watt, une des autorités marquantes de l'état-major de la radiotélégraphie dans ce pays, et qui est peut-être aujourd'hui, tout au moins dans sa patrie, l'homme le plus au courant des phénomènes dont nous allons maintenant nous occuper.

Tout le monde se rappelle la brillante étude sur ce sujet qu'en compagnie d'un autre savant fameux, le professeur Appleton, il soumit à la Royal Society en 1923. Je renvoie ceux de mes lecteurs qui désirent connaître l'original aux *Proceedings of Royal Society*, volume 103, page 84. Les auteurs y exposèrent la méthode d'observation suivie, et montrèrent tout le parti que l'on peut tirer de l'oscillographe cathodique; ils donnèrent en particulier les résultats de dix jours d'observation au cours desquels ils avaient noté 590 atmosphériques. Le professeur E.-W. Marchant eut l'occasion, le 23 mai 1923, d'exposer au cours d'une conférence faite devant la Radio Society sur les « Methods of reducing Interference in Wireless Receiving Sets » (Voir *Wireless World* et *Radio Review* du 30 juin 1923) de parler des travaux d'Appleton et de Watt sur les atmosphériques.

Le 27 juin 1923, Watt lui-même, à l'Institution of Electrical Engineers, devant cette Radio Society of Great Britain, fit une démonstration de l'utilisation de l'oscillographe cathodique.

Nous étions à ce moment sinon au début des études des atmosphériques, du moins à l'époque où l'on commençait des études méthodiques de leur nature, et M. Watt s'inscrivait parmi les premiers expérimentateurs.

Depuis, il n'a pas cessé de s'occuper de cette question et l'article ou la série d'articles qu'il publie aujourd'hui résument l'ensemble de ces observations.

DÉFINITIONS

En France, nous confondons souvent dans le langage des amateurs, les deux mots atmosphériques et parasites. Les atmosphériques sont bien des parasites qui sont fort gênants lorsqu'on écoute un concert ou une conférence, mais, hélas, ils ne sont pas les seuls parasites en T. S. F. Il en vient un peu de partout, de la ligne du métro qui passe devant votre maison ou du moteur d'une machine voisine.

Ce que M. Watt a étudié ce sont les parasites atmosphériques, et il prend soin non seulement de le spécifier, mais encore il précise. Sans entreprendre la discrimination complète des phénomènes électromagnétiques dont le siège est dans l'atmosphère, il comprend sous le nom d'atmosphérique les ondes électro-magnétiques d'origine atmosphérique et dont « la fréquence fondamentale est inférieure au mégacycle, ou si l'on veut dont la longueur d'onde est supérieure à 300 mètres ».

Certes, il y a d'autres atmosphériques. mais c'est un fait que révèle très clairement l'expérience « que les atmosphériques sont généralement plus gênants sur les grandes longueurs d'onde que sur les courtes, en été qu'en hiver, sur terre que sur mer, sous les tropiques plutôt que dans les régions tempérées ou sous les hautes latitudes. »

M. Watt compte donc étudier successivement :

1) La forme des atmosphériques;
2) Le nombre des atmosphériques;
3) Leur azimut d'origine;
5) Leur distance d'origine;
5) Les atmosphériques et la météorologie;
6) Pouvons-nous nous en débarrasser.

Nous le suivrons donc dans son étude, tout au moins jusqu'au point où il en est arrivé au moment où j'écris ces lignes (28 février 1930).

I. — LA FORME DES ATMOSPHÉRIQUES

M. Watt rappelle l'idée que tout le monde se fait de l'atmosphérique, signal soudain intempestif et bref, et qui semble s'échapper, à peine est-il perçu, mais qui revient fréquemment.

Ayant avec le professeur Appleton dirigé son attention sur ce sujet dès 1920, ce n'est qu'à partir de 1922 que tous deux furent en possession de l'appareil qui allait leur permettre d'étudier de près les atmosphériques.

Cet instrument d'observation, qui avait d'ailleurs été construit dans un tout autre but, est l'oscillographe cathodique.

Oscillographe cathodique

On trouvera des descriptions et des théories complètes de cet appareil dans les ouvrages complets de physique ou dans les monographies, je me contenterai de dire ici seulement quelques mots de cet instrument.

Essentiellement, il se compose d'un tube en verre contenant un gaz inerte à une assez basse pression, un filament, des électrodes, et une surface fluorescente à l'une des extrémités. Le filament chauffé libère des électrons; un petit tube de platine en forme un courant, qui se précipite vers la surface fluorescente qu'il bombarde, le gaz inerte évitant qu'ils ne s'éparpillent dans le tube; sur la surface fluorescente apparaît une petite tache verte d'un demi-millimètre de diamètre, et qui est la zone des points d'impacts des électrons.

D'autre part, dans ce même tube, ont été placées une plaque métallique à droite du jet d'électrons, une plaque métallique à gauche, ces deux plaques se faisant face, puis deux autres plaques se faisant face également mais exactement à angle droit avec les précédentes.

Lorsque l'oscillographe sera en tenue de marche, c'est-à-dire lorsque le filament émettra des électrons, l'application d'une charge électrique sur une de ces plaques aura pour effet de faire dévier vers elle le courant des électrons du tube, et par conséquent de faire déplacer la tache verte sur le fond fluorescent. On peut donc noter les déplacements, et en déduire par comparaison la valeur du voltage appliqué à la plaque.

Les déplacements peuvent être également obtenus par l'application simultanée de tensions électriques aux différentes plaques, en particulier des tensions alternatives, qui auront pour effet de faire mouvoir la tache rapidement, mais en raison de la persistance rétinienne et de la persistance de la fluorescence, nous pourrons en suivre le déplacement quelque rapide que celui-ci soit. La caractéristique importante est que ce mouvement de la tache en réponse à l'excitation qui le cause, est instantané.

Ceci dit, M. Watt définit la forme des atmosphériques, comme la figure donnant en fonction du temps les variations de potentiel dans une antenne qui est soumise à leur action. Mais, pour connecter l'oscillographe cathodique à cette antenne, il faut prendre quelques précautions si l'on veut obtenir des résultats intelligibles.

L'auteur examine alors les conditions à remplir, et montre quelle est la valeur à donner à un condensateur introduit dans l'antenne, et la résistance même de cette antenne pour que la tension totale existant dans l'antenne soit proportionnelle à la force électrique qu'il s'agit d'étudier, et que la différence de tension aux bornes du condensateur une fraction connue de tension totale dans l'antenne.

Il traite ensuite la question de la réflexion de l'oscillographe dans une direction perpendiculaire.

Ceci fait, il donne quelques exemples des résultats obtenus.

Il montre qu'en Grande-Bretagne, il y a autant d'atmosphériques à forme périodique ou quasi périodique, que d'atmosphériques à forme apériodique.

Les formes des atmosphériques se compliquent sous les tropiques.

En ce qui concerne leur valeur, il montre que le voltage enregistré est parfois considérable en comparaison du voltage dû à un champ de station de radiodiffusion. A titre d'exemple, il signale que le plus fort atmosphérique mesuré l'a été à Khartoum, en Egypte, où l'on a enregistré une tension de 250 volts dans l'antenne.

II. — LE NOMBRE DES ATMOSPHÉRIQUES

Dans ce nouvel article, M. Watt met d'abord en garde contre la tentation que l'on aurait de se fier à son oreille pour

Digitized by Google

compter les atmosphériques; l'oreille est un instrument par trop imparfait.

Il aura donc recours encore une fois à l'oscillographe.

Mais alors de nouvelles difficultés vont surgir, dont on s'apercevra lorsqu'on voudra les compter effectivement. Il est relativement aisé de compter les atmosphériques que l'oscillographe nous révélera pendant une minute de temps, et qui seront d'une force supérieure à une valeur donnée; mais comment faire pour les faibles atmosphériques, qui sont trop nombreux pour pouvoir être ainsi décomptés?

Il décrit alors en détail l'artifice employé pour rendre cette énumération possible, et qui conduisit à un graphique composé de lignes parallèles chacune correspondant à une durée de 1/100e de seconde, et chacune déformée uniquement par les atmosphériques qui se produisaient pendant ce 1/100e de seconde.

Comme résultats, M. Watt a trouvé que les atmosphériques d'une amplitude maxima de voltage égale à 4 millivolts par mètre, sont en Angleterre au nombre d'une dizaine par seconde le jour, de 50 par seconde la nuit; à Khartoum, où il a conduit également nombre d'expériences, ces chiffres deviennent respectivement 200 et 3.600.

Enfin, ajoutons que M. Watt a pu formuler une loi qui relie le nombre par seconde N des atmosphériques à leur valeur nominale E, et qui est :

$$NE^2 = K$$

K étant une constante.

III. — L'AZIMUT D'ORIGINE DES ATMOSPHÉRIQUES

Les premières tentatives que M. Watt et ses collaborateurs firent pour établir les directions d'où venaient les atmosphériques firent tout de suite apparaître une grande régularité d'origine.

M. Watt installa en plusieurs points du monde des appareils enregistreurs de la direction d'où venaient les atmosphériques; ces appareils comprenaient un cadre faisant un tour d'horizon par quart d'heure, et un appareil enregistreur proprement dit. Le cadre était accordé sur une longueur d'onde de 35.000 mètres, longueur d'onde de prédilection des atmosphériques et avec laquelle on a peu de chances d'être gêné par les stations de radiodiffusion ordinaires.

Au bout de 4 ans de fonctionnement de ces appareils en Angleterre, Ecosse, Egypte, Inde, et au bout d'un an en Allemagne, l'auteur avait recueilli suffisamment de données précises pour dire pour chaque jour de l'année et chaque heure la direction du maximum d'atmosphériques; c'est ainsi que le mois de novembre, à 1 heure du matin, les directions d'origine furent :

Années	Direction azimutale (de 0° à 360°)
—	—
1924	246°
1925	245°
1926	243°
1927	247°

Ceci conduisit les expérimentateurs à construire une carte spéciale qui leur permet de porter les directions d'origine, et l'auteur nous dit comment ils y parvinrent.

Mais le résultat le plus important est la découverte de la loi ainsi formulée par M. Watt.

« La source prédominante des atmosphériques pour le monde entier est, à tout moment, située dans une terre où règne une après-midi d'été. »

Poussant plus loin leurs recherches, et utilisant une fois de plus l'oscillateur cathodique, les investigateurs connectèrent une des paires de plaques de cet oscillateur à un cadre dirigé Nord-Sud, l'autre paire à un cadre dirigé Est-Ouest, et le déplacement de la tache verte indiqua directement l'azimut de l'atmosphérique observé.

Reliant directement par téléphone deux postes d'observations situés l'un en Angleterre l'autre en Écosse, ils ont pu repérer par intersection la place d'origine des atmosphériques.

Ils continuent leurs recherches.

Nous nous arrêtons pour aujourd'hui en ce point, nous réservant de compléter ce compte rendu lorsque la suite de l'étude paraîtra.

***

ARGENTINE

« Revista Telegrafica » (Buenos-Ayres). — Année XVIII, n° 208. — Janvier.

Microphones. — Par J. Sar.

Le chroniqueur « reporter » argentin bien connu J. Sar dont le nom revient souvent dans nos analyses de presse, parle dans ce dernier numéro de la *Revista Telegrafica* des microphones en usage dans les stations de Broadcasting, il donne des descriptions très claires de ces organes considérés encore par beaucoup d'amateurs comme mystérieux.

Parmi les très nombreux types employés à l'heure actuelle l'auteur retient seulement ceux à charbon, statiques et magnétiques.

Un microphone de Broadcasting doit être fidèle et donner un minimum de bruit de fond, sa sensibilité doit lui permettre de capter séparément, sans brouillage, toutes les fréquences émises par un orchestre. Il doit être aussi parfait et même plus possible qu'une oreille humaine.

Microphones à grenaille. — Très répandu à l'heure actuelle, il équipe avec le magnétique la majeure partie des stations. Il est identique en principe aux microphones téléphoniques usuels : une capsule métallique contient de la grenaille de charbon plus ou moins comprimée par une membrane qui la sépare de l'atmosphère ambiante. Ces variations de pression modifient la résistance électrique de la masse granuleuse et se traduisent par des variations d'un potentiel électrique constant.

La réalisation pratique de ces microphones souffre des modifications assez sensibles. La pastille est parfois simple; mais souvent double (réalisant ainsi une sorte de compensation Push Pull) à l'exception du Reizs de Telefunken qui au demeurant ne comporte pas de « bouton » ou pastille.

Les « capsules » microphoniques de Broadcasting sont, comme celles téléphoniques, constituées par des tiges de charbon graphité soigneusement polies appelées « miroirs » pourvues d'un rebord isolant uni à un anneau de matière élastique empêchant que le charbon ne glisse sous l'effet de la variation de pression exercée par la membrane sur la capsule. Les bâtonnets font contact d'autre part directement sur la membrane prévue à cet effet comportant à ce point un mince revêtement d'or.

Les charbons sont parfaitement cylindriques et de poids extrêmement faible afin de réduire l'inertie mécanique et d'obtenir une plus grande uniformité dans les résultats.

Un dernier perfectionnement dû à la Western Electric consiste à donner aux bâtonnets une forme ovale de façon à augmenter la surface du contact.

Dans le microphone Reizs construit par la Telefunken et très utilisé dans les stations européennes et également en Argentine, la construction diffère notablement de celle qui vient d'être exposée : il est constitué par un bloc de marbre massif perforé régulièrement. Ces ouvertures sont fermées sur une face par le « miroir » commun et sur l'autre par une membrane élastique de constitution « peu homogène » (traduct. littérale). Les petits compartiments cylindriques contiennent les grains de carbone. Le résultat obtenu est bon et toutes les fréquences sont reproduites d'une manière très uniforme.

Dans certains types de microphones autres que le Reizs la membrane est en duralumin ou acier très mince et est tendue fortement sur un châssis métallique. La note propre du diaphragme est ainsi élevée.

Le couplage est effectué au moyen d'un transformateur spécial avec ou sans prise médiane au primaire dans le cas d'un organe à double pastille. La tension continue fixe varie entre 6 et 20 volts suivant les types.

Microphone statique ou « à condensateur ». — Il est utilisé principalement pour l'inscription phonographique et pour les prises de films sonores et parlants. Il est extraordinairement fidèle et silencieux, son unique défaut ne résidant que dans un rendement médiocre sera certainement supprimé par la suite.

Théoriquement un microphone statique n'est autre chose qu'un simple condensateur variable dont la plaque mobile constitue la membrane (25/1000 de mm. environ). L'espace entre cette membrane et la plaque fixe est rempli d'azote, ce qui augmente la capacité de l'organe et lui permet d'élargir la bande efficace. Naturellement une soupape d'expansion est prévue afin que les mouvements du diaphragme puissent s'effectuer librement (fréquence propre de celui-ci : 5.000 à 5.050 périodes).

Cette description est celle d'un des types les plus modernes, le ES. 619. Ceux dits MS. 1670 sont différents en ceci que le dialectique employé est l'air (utilisation : circuit oscillant de HF. sensibilité plus grande).

Dans la pratique la première lampe amplificatrice dont la grille est attaquée directement par le microphone élève le voltage (grand coefficient d'amplification), elle est contenue dans le même coffret métallique que la pastille sensible afin que les connexions puissent être très courtes.

Le MS. 1670 sur un oscillateur HF peut être considéré comme le microphone le plus efficace connu à l'heure actuelle, non seulement par suite de l'absence de « bruits de fond » mais encore en raison de ses autres qualités.

Microphone magnétique. — Le modèle décrit par l'auteur est celui dit Round de la Cie Marconi. Comme le type statique il possède la faculté de ne pas produire de souffle ou bruit de fond. Il est également très fidèle et reproduit uniformément toutes les fréquences musicales. Son rendement cependant très mauvais

Digitized by Google

exige une forte amplification qui, très souvent amène une distorsion plus ou moins accusée des sons.

Il est constitué par un puissant électro-aimant dont le circuit magnétique est fermé par une bobine en spirale de mince ruban d'aluminium. Cette bobine représente en réalité la membrane, elle est uniquement soutenue par du coton imprégné de vaseline, le fonctionnement est donc celui bien connu des reproducteurs dynamiques.

La faible inertie et l'absence d'élasticité dues au mode de suspension spécial de cette membrane annule pratiquement toute fréquence propre, et le microphone, s'il est très sensible, ne l'est seulement qu'à une distance faible, ce qui représente un avantage réel pour la disposition des musiciens constituant l'orchestre du studio et en outre pour éviter la reproduction des bruits parasites extérieurs.

L'auteur termine cet article très documenté, illustré de nombreux schémas, coupes et photographies, en donnant une courte étude de la membrane.

La membrane représente le défaut réel des microphones actuels en tant qu'utilisation de l'énergie. Elle a une fréquence propre due à son inertie et à son élasticité qui favorise les notes qui s'en rapprochent, par contre les basses sont mal reproduites. Dans les types Reizs et Round on a cherché à obvier à cet inconvénient mais le manque d'élasticité influe alors sur le « facteur temps ». Il est probable que par la suite seront étudiés bien d'autres dispositifs avant que la perfection ne soit atteinte.

Le Hartley 30, par Segundo P. I. Acuna.

Description d'un émetteur Hartley comprenant une oscillatrice (Radiotron UX. 112A), une modulatrice (UX. 171A) et une amplificatrice BF (UX. 201A). Les deux caractéristiques principales de cet émetteur sont la capacité d'accord élevée de façon à améliorer la stabilité de l'onde émise et une modulation plaque énergique atteignant 100 %.

L'alimentation haute tension est effectuée dans cet appareil non en parallèle ainsi qu'on a coutume de la prévoir, mais en série, au milieu de la self du circuit oscillant, on évite ainsi l'emploi des chocs H. F.

Le circuit oscillant est prévu pour la bande phonie 150 à 170 mètres (self d'antenne 6 à 8 spires 10/10, self grille-plaque 22 spires 10/10 à prise centrale, condensateur d'accord type neutralisation Pilot à 21 plaques et capacité fixe Sangramo de 0,5 M. F. en parallèle).

Un appareil de tension anodique pour secteur alternatif. — par Jes.

L'auteur donne tous schémas et indications permettant d'obtenir les tensions de plaque d'un récepteur à l'aide du secteur alternatif urbain 220 volts. En raison du voltage élevé disponible, l'organe statique élévateur est inutile : un petit transformateur abaisseur (type sonneries) suffit pour l'alimentation filament de la valve monoplaque. Le secteur 220 est appliqué d'une part directement à la plaque de la valve et constitue d'autre part le négatif du courant redressé. Le filtrage est assuré par une double cellule avec prise après la première pour la tension maximum. Les organes utilisés ont les valeurs suivantes : valve redresseuse Philips 373, cinq condensateurs fixes de 2 M. F. type filtre 500 v. continu, transformateur de sonneries 2,5 et 8 volts 1 amp.

La valve 373 peut être remplacée par un triode BF ou de puissance dont la grille et la plaque sont réunies.

Le récepteur Hartley parallèle, par L. R. Pasquini (LU8AM).

Ce circuit donnant d'excellents résultats sur les ondes de Broadcasting comprend une détectrice montage Hartley alimentation parallèle et deux lampes basse fréquence à transformateurs. La seule différence existant dans le schéma de la détectrice avec celui d'une oscillatrice Hartley réside dans l'accord de la self grille et non de l'ensemble des inductances grille et plaque.

Tous les enroulements, effectués sur un même tube isolant ont 7 cms de diamètre sauf celle primaire de la bande 200 à 550 m. qui a 6 cms de façon à pouvoir tourner librement à l'intérieur de celles grille et plaque. Pour la gamme du broadcasting le fil utilisé est du 5/10, pour les ondes plus courtes le 10/10 est préférable.

Un poste valise de faible poids, par Enrique Bevivino.

Le récepteur portatif à 4 lampes décrit sous ce titre est remarquable par son faible encombrement, la disposition judicieuse de tous les organes et le choix du schéma, particulièrement adapté aux exigences de l'auteur.

Prévu pour la réception sur cadre jusqu'à une distance raisonnable des broadcastings de la Capitale, il comprend un étage haute fréquence par tube à écran, liaison par circuit accordé, une détectrice à réaction Schnell et deux étages basse fréquence par transformateurs. La commande de la réaction est obtenue d'une manière très simple par la manœuvre d'une résistance variable de grille, l'effet réactif ayant été réglé une fois pour toutes, près du point d'entrée en oscillations par le couplage magnétique des enroulements réaction-résonance et par la valeur du condensateur fixe plaque-filament shuntant le primaire du premier transformateur B. F.

La valise, en contreplaqué de 5 mms seulement; renforçée par baguettes est extrêmement légère, elle mesure 29 cms de long, 16 de large et 27, 5 de haut. Poignée à la partie supérieure. Un petit haut-parleur est encastré dans le panneau avant portant à sa partie inférieure les condensateurs, l'interrupteur de filament, le « volum control » et le rhéostat de la détectrice.

Les selfs ont 3 cms de diamètre et 5 de long, bobinées à spires jointives sur un moule cylindrique retiré lorsque l'enroulement a été fixé par du vernis au celluloïd. La self de résonance a 90 spires de 4/10 deux couches coton, celle de réaction placée à 2 mms de celle-ci a 35 spires de même fil. Le cadre comprend 8 spires de fil 6/10 émaillé placées à l'intérieur du couvercle (Deux cms de largeur).

***

BELGIQUE

« RADIO-HOME » (Bruxelles). — Année VI, nos 117-118. — 25 janv., 10 fr.

Le Super 5 « *Radio-Home* » 1930. — « Radio-Home » poursuit la description du super 5 lampes entreprise dans un numéro antérieur. Ce circuit dont la rédaction s'accompagne de nombreux plans et photographies comprend une bigrille changeuse de fréquence, deux moyenne fréquence à transformateurs secondaire accordé, une détectrice et une basse fréquence de puissance trigrille à écran.

Le jeu d'oscillatrices, double à combinateur, permet la réception des ondes moyennes et longues, un jack est prévu pour un pick up éventuel. Le filtre et les transformateurs possèdent les caractéristiques suivantes :

Primaire : Bobiné sur un mandrin de 26 mms de diamètre, 700 spires fil 15/100 à spires jointives, trois couches. Longueur du bobinage : 36 mms.

Secondaire : Mandrin de 40 mms, 1.000 tours de fil 15/100 à spires jointives, cinq couches, longueur du bobinage : 36 mms.

Les deux tubes bobinés sont glissés l'un sur l'autre et maintenus par deux joues dont l'une porte quatre broches de lampes à l'écartement standart européen. Les organes sont blindés par un capot en aluminium mince.

***

BRÉSIL

« RADIO-PHONO (Rio de Janeiro). — Vol. 1, n° 3. — Décembre 29.

Le Reinartz modifié, par Fern. B. Pinto.

L'auteur établit un parallèle et souligne les rapprochements entre différents circuits décrits dans la presse en même temps qu'il essaie de discerner les emprunts réciproques que se sont faits les expérimentateurs qui ont parlé du Reinartz. Les analogies entre certains montages appelés Reinartz et d'autres dénommés Hartley sont grandes ainsi que le démontrent les schémas illustrant l'article de Snr B. Pinto.

Les Reinartz modifiés pour ondes courtes comportent généralement deux dérivations sur l'inductance grille, dérivations réunies au condensateur variable d'accord qui ainsi agit sur une fraction seulement de la self.

(Comme l'a exposé B. Berché dans son « Reinartz OC » paru dans *l'Antenne*).

Redresseur électrolytique, par Fern. B. Pinto.

Schémas et toutes indications pour le montage d'une soupape électrolytique à l'aluminium pour la recharge d'une batterie de chauffage.

L'auteur conseille les électrolytes suivants : solution saturée de borax ou de phosphate acide d'ammonium et principalement la formule ci-dessous :

Eau distillée	1.000 grs
Phosphate acide d'ammonium.	250 —
Acide citrique (ou tartrique) ..	50 —

Ce liquide permet un fonctionnement régulier avec une intensité redressée assez importante (1 à 2 ampères par litre).

***

ESPAGNE

« RADIO-TECNICA » Madrid. — Année V, n°2. — Février.

Numéro spécialement dédié à l'émission et à la réception des ondes courtes.

Réception des ondes extra courtes, par Fern. C. Escribano.

Après avoir parlé des zones de silence ou « trous » de réception des ondes extra courtes, l'auteur donne deux schémas de récepteurs très simples, détectrice à combinaisons (réaction magnétique ou commandée par capacité) et détectrice Schnell suivie de deux étages basse fréquence à transformateurs.

Article rédactionnel.

Digitized by Google

Réalisation d'un petit émetteur, par M. Raspal.

Article reproduit d'un numéro épuisé de la revue espagnole « Radio-Sport ».

Description complète d'un Split Coil Hartley alimentation parallèle prévu spécialement pour le QRP par l'amateur récepteur bien connu E.008 Raspal. Toutes cotes et indications nécessaires au montage, nombreuses photographies, plans de câblage, etc. Ce circuit est utilisé par un grand nombre d'émetteurs espagnols et notamment par EAR. 117 Luis de La Tapia qui obtient avec une énergie réduite des résultats étonnants.

Une station super SRP pour 1930, par Ad. Martinez (EAR. 72).

Description complète et détaillée d'une station émettrice réceptrice à ondes courtes pour amateurs.

Le récepteur comprend une détectrice Schnel accord Bourne, suivie de deux étages B. F. L'émetteur est un Mesny modulation par variation de la résistance de grille (système Beauvais). Un combinateur bipolaire à 3 directions branche la batterie de 80 volts soit sur le récepteur, soit sur l'émetteur en série avec le secteur continu urbain — tension totale 180 volts.

Un deuxième combinateur bipolaire à 4 directions permet de mettre en charge soit la batterie de filaments, soit celle de 80 volts, soit d'utiliser le courant continu urbain 110 volts pour l'alimentation anodique de l'émetteur (en série avec la batterie de 80 volts). Enfin ce même combinateur permet de recharger la batterie filament de la modulatrice.

« E. A. R. » Madrid. — Année V, n° 57. — Janvier. (Organe de l'Association « EAR »).

Dans la rubrique : « Les amateurs espagnols », description et photographie de la station EAR. 154, opérateur : Sr D. Luis BENITEZ d'Arenys de Mar.

Chez les « émetteurs étrangers », station russe XEU, 2AC appartenant à M. Wostriakoff, opérateur radiotélégraphiste à bord du *Micoyan*. — Station française F8CU de Lyon (M. P. Coulet) ex F8RTK.

Ondes courtes, essais de propagation.

Appel de M. le Cap. Bureau collaborateur assidu des travaux de l'O.N.M., aux amateurs récepteurs pour la 77e série d'essais de propagation, cinq amateurs espagnols (dont 4 émetteurs) se sont empressés d'assurer leur concours bénévole.

« BOLETIN DE LA ASOCIACION NACIONAL DE RADIODIFUSION » (Barcelona). — Année II, n° 9. — Février.

Transformation d'un Bourne classique en récepteur d'ondes extra courtes.

Indications nécessaires permettant à un amateur possédant une simple détectrice à réaction BOURNE de recevoir les ondes courtes et extra courtes : nombre de spires des bobines, addition d'un étage basse fréquence, modification en Schnell (commande de la réaction par capacité), lampes à utiliser, etc...

***

ITALIE

« RADIO-LUX » (Milan). — Année IV, n° 1. — 28 janvier.

Très intéressant numéro comportant en hors-texte les schémas et plans d'un superhétérodyne entièrement alimenté en courant alternatif.

Récepteur à trois lampes dont deux à écran alimenté par le secteur alternatif, par Fel. Jenny.

Récepteur type classique (HF, détec. et BF) remarquable par l'adaptation et la disposition des différents organes, pouvant fonctionner sur tous les secteurs alternatifs grâce à un transformateur dont le primaire est prévu pour 5 tensions différentes : 110, 125, 160 et 220 volts. Lampes employées : SI. 4090 (HF à écran, chauffage indirect), CI. 4090 (détec. à cathode indirecte) et DU. 415 (trigrille BF chauffage direct) de ZENITH.

L'alimentation totale est assurée par un transformateur à trois secondaires : 2+2 volts (chauffage des lampes), 200+200 (tension anodique) et 2+2 (chauffage de la valve biplaque redresseuse, R. 4100 Zénith). Une résistance potentiométrique (« diviseur de tensions ») permet d'obtenir 45, 75 et 150 volts.

La grille de la HF est polarisée à 1,2 volt (résistance de 3.000 ohms shuntée — entre la cathode et le négatif H.T.), courant anodique moyen 3 M.A., courant de l'écran 1 M.A. La détectrice (caractéristique grille) travaille sous 45 volts à la plaque et la résistance dérivant la grille à la cathode est de 2 méghoms.

La trigrille de puissance est alimentée sous 150 volts à la plaque et 75 volts seulement à l'écran (propriété particulière de la DU. 415 Zénith). Polarisation grille 12 volts obtenue par une résistance de 1.000 ohms.

Le filtrage est assuré par une seule cellule, self de 50 henrys 300 ohms (courant anodique normal du récepteur prévu pour 25 M.A.) et deux capacités de 2 et 4 M.F.

Montage d'un super récepteur à lampes à écran alimenté en alternatif. — Réalisation dans un même coffret de tous les circuits, récepteur et alimentation. Le récepteur comprend une détectrice, une oscillatrice, 2 M.F., une détectrice et deux étages B.F. dont le second en push pull.

Le « bloc » M.F. utilisé (« AN-DO ») a été prévu spécialement pour l'emploi de lampes à écran chauffées en alternatif, il est complètement blindé (sauf les lampes) et protégé contre tout accrochage spontané. Le coefficient d'amplification peut être évalué à 120 par étage.

La sélectivité assurée par un étalonnage rigoureux obtenu par de petits condensateurs « Manens » permet de séparer facilement deux émissions dont les λ ne diffèrent que de 10 K.C. sans que la courbe de résonance atteigne cependant l'acuité pour laquelle la reproduction de toutes les fréquences risque d'être compromise. Le filtre a ses deux enroulements accordés, les transformateurs seulement le secondaire.

Un récepteur sans rival, par Antonio Milone.

Une des très rares descriptions de récepteur prévu pour haut-parleur électrodynamique. Une modulatrice, une oscillatrice, deux moyenne fréquence (à écran), une détectrice grille, une B.F. à résistance et un deuxième étage B.F. push pull à transformateur.

Les tubes de puissance utilisés en B.F. sont des P. 450 Zénith travaillant sous 250 volts plaque et pouvant moduler 3 watts.

Un haut-parleur électrodynamique de grande puissance, par G. A. Caccia.

Réalisation par l'amateur d'un diffuseur magnétique de qualité à l'aide d'un moteur à 4 pôles « 66-R » Point bleu et d'un cône de grandes dimensions (diamètre : 33 cms) monté derrière un écran à la manière de celui des dynamiques.

L'ébénisterie fermée mesure 23 cms de profondeur. Le montage « à ancre » de la palette permet d'obtenir des déplacements suffisants pour que les fréquences basses soient rendues convenablement. Le moteur est directement fixé à l'arrière d'un « berceau » ou corbeille maintenant le cône par un accouplement élastique, l'ensemble constitue un « châssis » qui se fixe d'une manière très simple derrière un écran ou dans l'ébénisterie.

On peut appliquer à ce magnétique une puissance modulée assez grande dépassant largement le watt.

La rédaction de *Radio-Lux* souligne l'intérêt que nous avons porté au montage « Iperdine » (« R-L », n° 10 — 1929) et, répondant à un désir que nous avons exprimé ici même dans une de nos récentes chroniques, annonce une réalisation par le technicien bien connu F. Cammareri de cet intéressant circuit établi par le Dr Mecozzi et Sgr Ranzi de Angelis. C'est avec plaisir que nous nous efforcerons de donner à nos lecteurs une description aussi complète que possible de ce récepteur moderne.

L'ANTENNA (Milan). — Année II, n° 2.. — Janvier.

Le « S. R. 3 », par Filippo Cammareri.

Superhétérodyne du type « Ultradyne » à 8 lampes, une première lampe (« modulatrice ») applique l'énergie H.F. reçue par le cadre branché entre grille et filament au circuit oscillant d'une « oscillatrice ». L'onde résultante est ensuite amplifiée par trois étages M.F. à transformateurs blindés secondaire accordé, détectée puis amplifiée en B.F. par deux étages à transformateurs.

Liste des pièces et indications nécessaires à la réalisation, plan de câblage, etc.

« RADIO RIVISTA » (Rome). — Année XI, n° 12. — Décembre 1929.

Un appareil remarquable, par Mario Mascalo.

Bonne description d'un 6 lampes entièrement alimenté en alternatif comprenant deux lampes H.F. à écran à circuits entièrement blindés, une détectrice plaque et deux étages B.F. à transformateurs dont le dernier comportant deux lampes en parallèle. Réception sur antenne.

Accord du secondaire et des deux résonances par capacité jumelées avec verniers d'appoint sur le secondaire et la première résonance. Lampes à chauffage direct sur l'alternatif sauf la détectrice (cathode chauffée indirectement). Appareil prévu pour l'utilisation d'un haut-parleur dynamique. Une impédance et une capacité de protection évitent que le primaire du transformateur de liaison avec le haut-parleur ne soit traversé par le courant anodique du dernier étage basse fréquence.

L'excitation du dynamique est assurée sous bas voltage par un redresseur oxymétal avec capacité tampon sur le courant redressé. L'ensemble est réalisé en deux circuits distincts en coffrets métalliques : le récepteur proprement dit et l'alimentation totale.

La partie alimentation comprend le transformateur-abaisseur assurant l'excitation du dynamique (30 watts) et un transformateur à 4 secondaires distincts, tous à prise médiane de 750 volts, 7 volts 2 ampères, 1 volt 4 ampères et 5 volts 1,5 ampère.

Les tensions de polarisation sont fournies par une batterie sèche.

Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 35 — Mars 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde, suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1.500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin, du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcasting Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P. T. T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

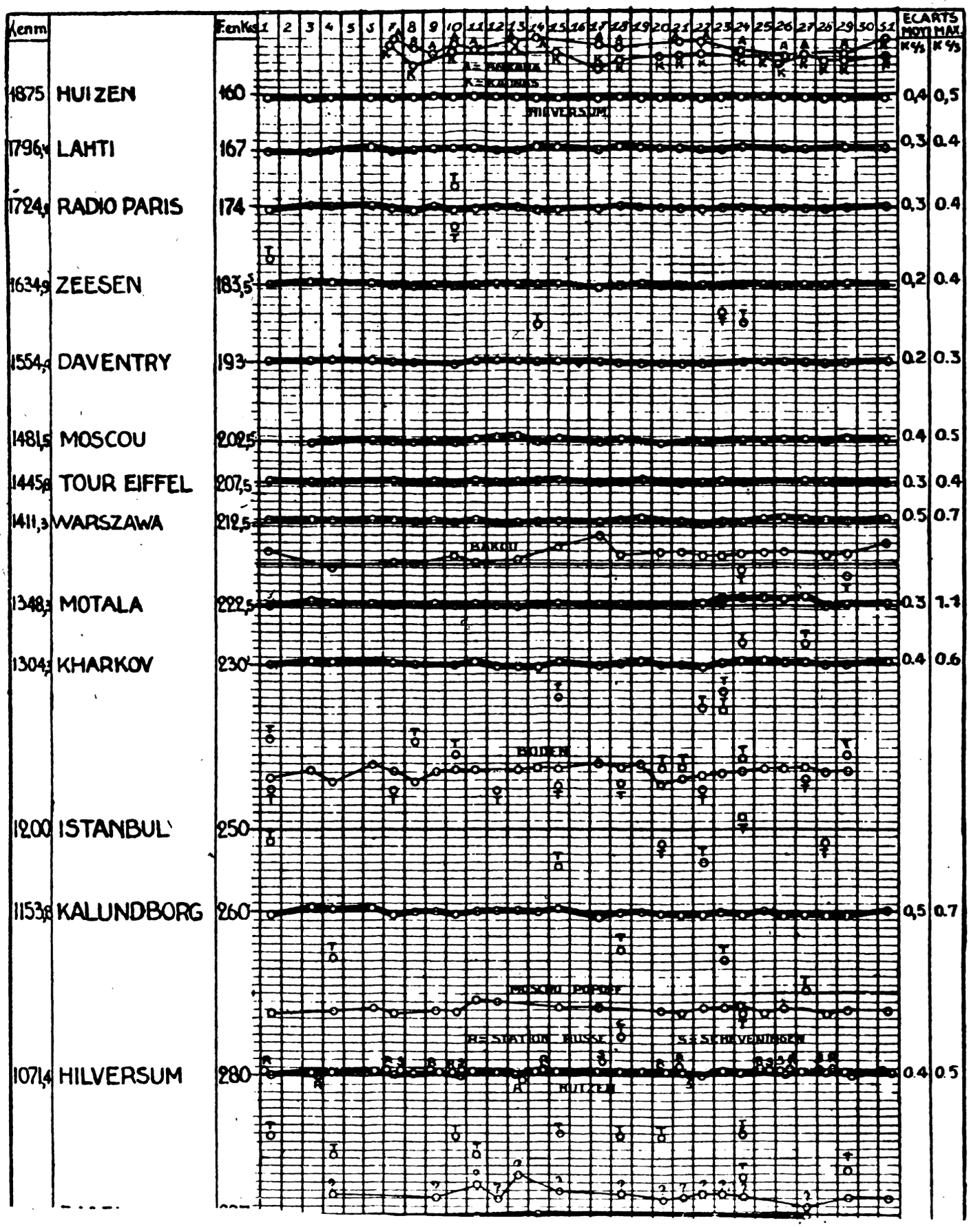
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 avril 1930.

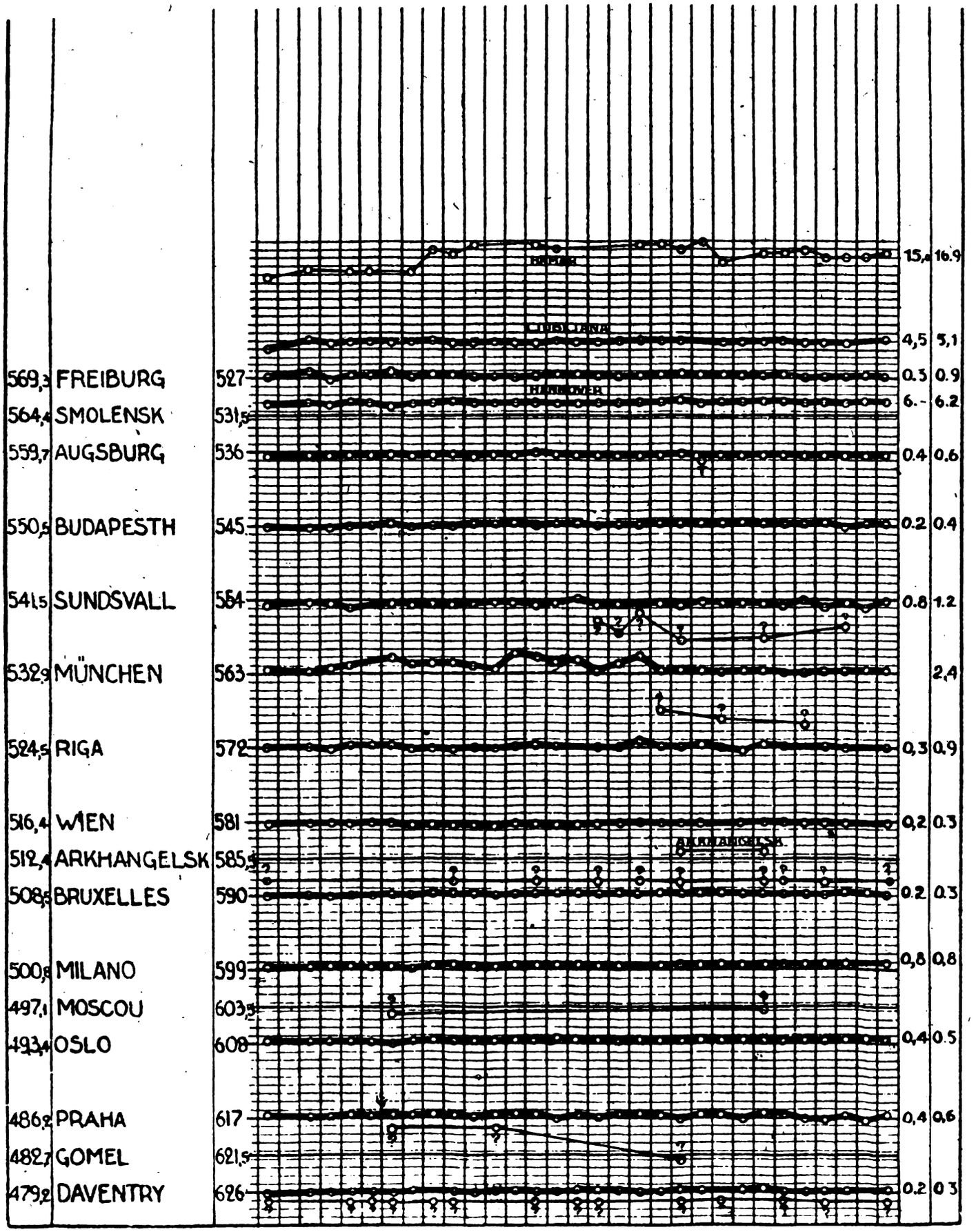
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

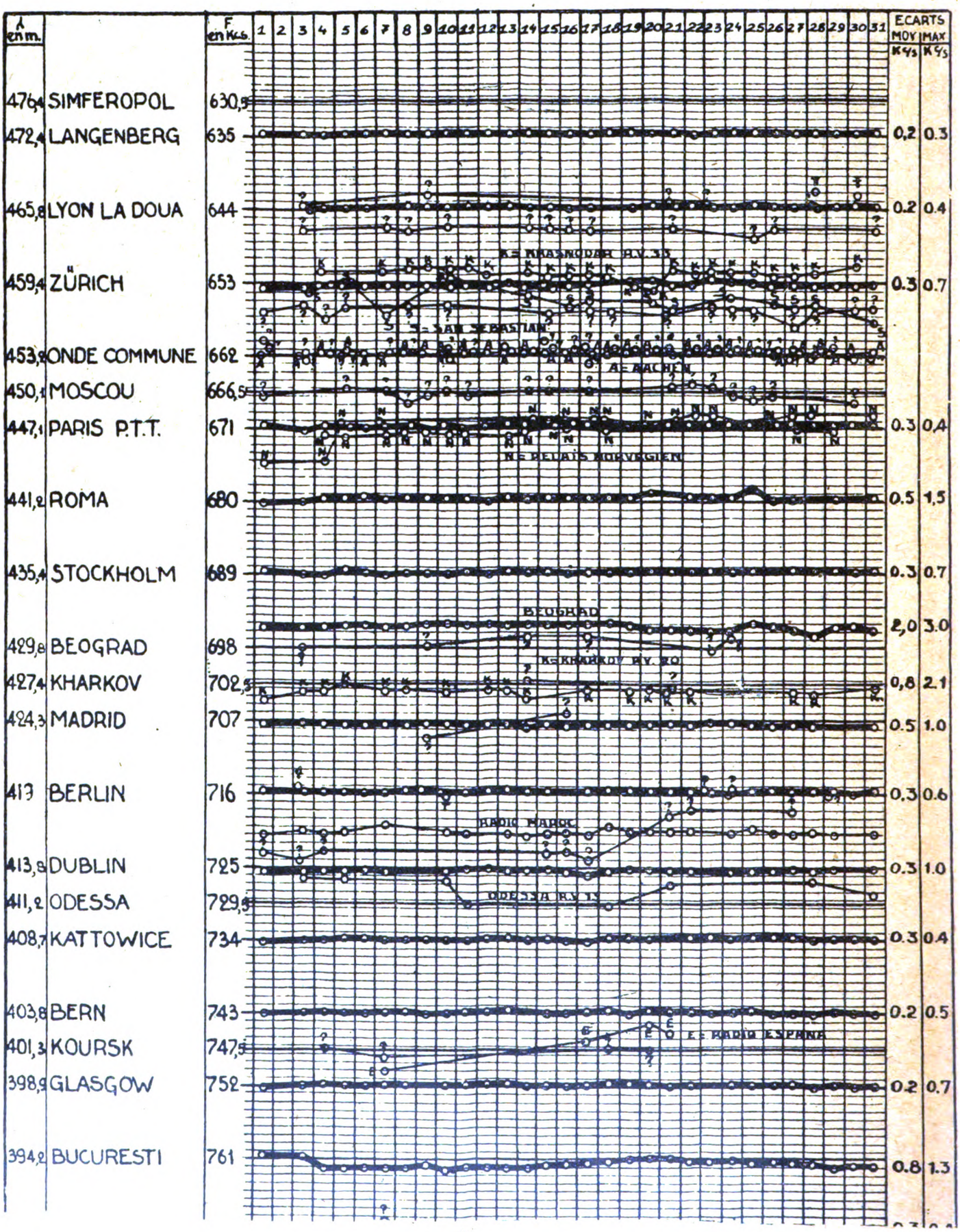
Digitized by Google



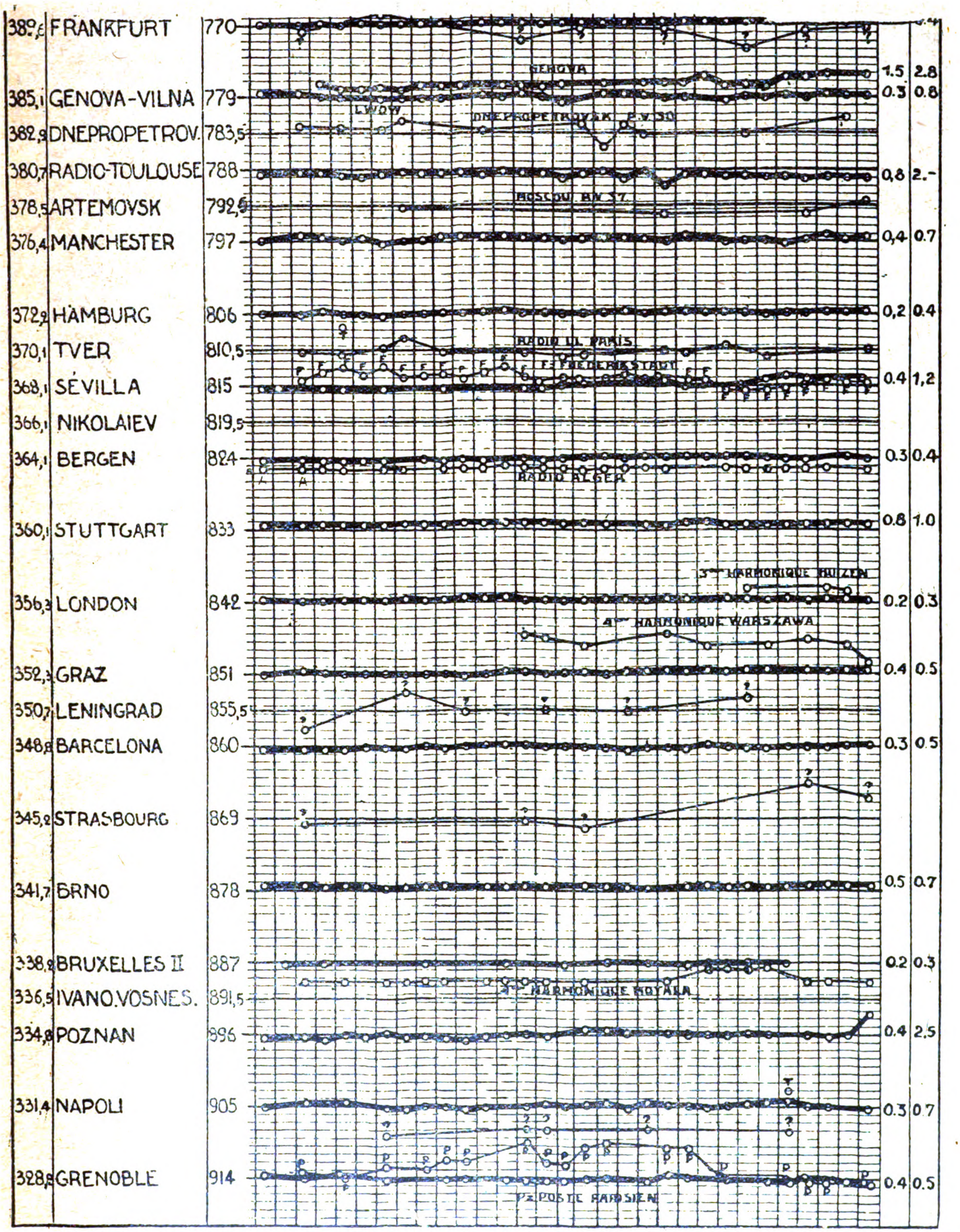
Digitized by Google



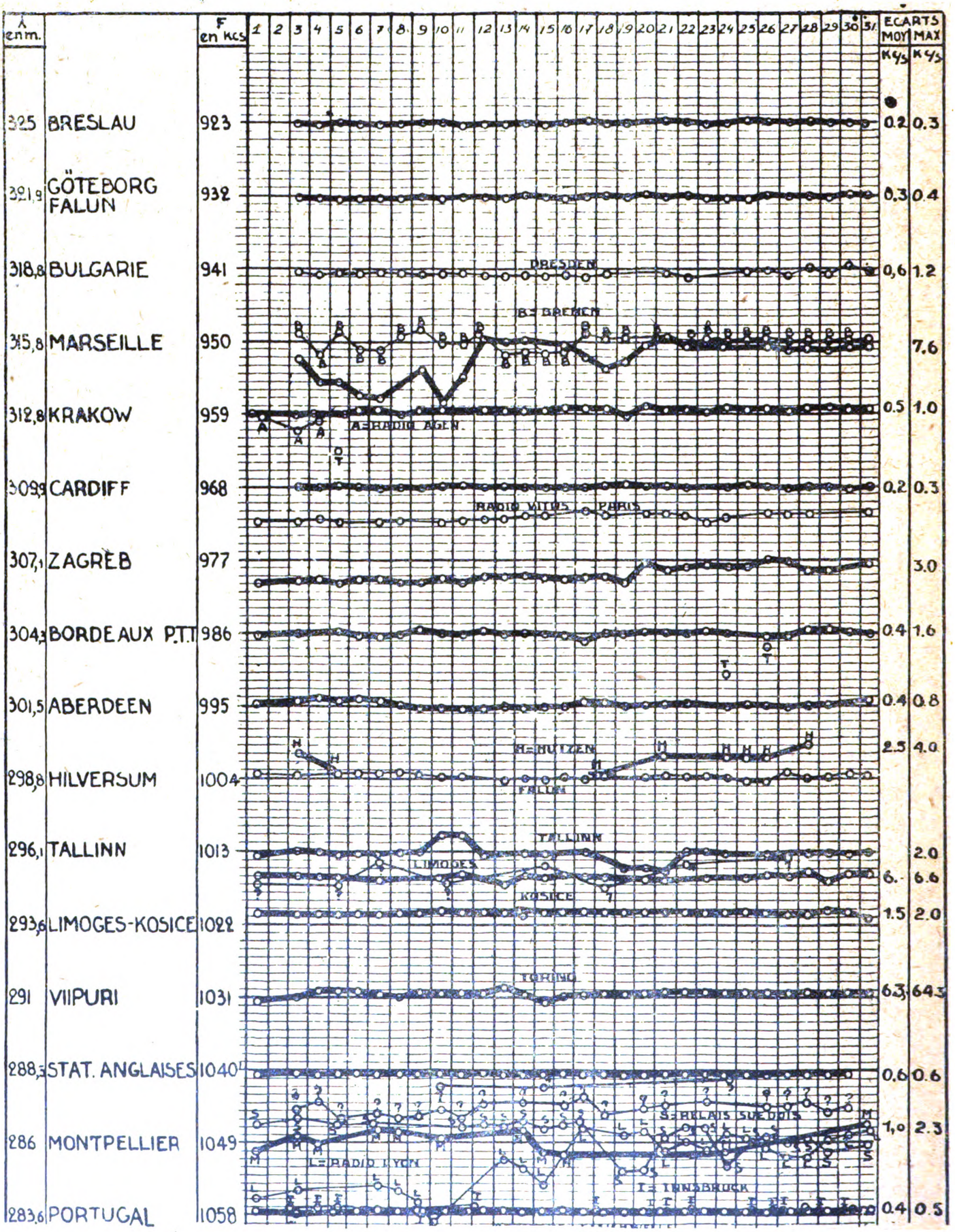
Digitized by Google



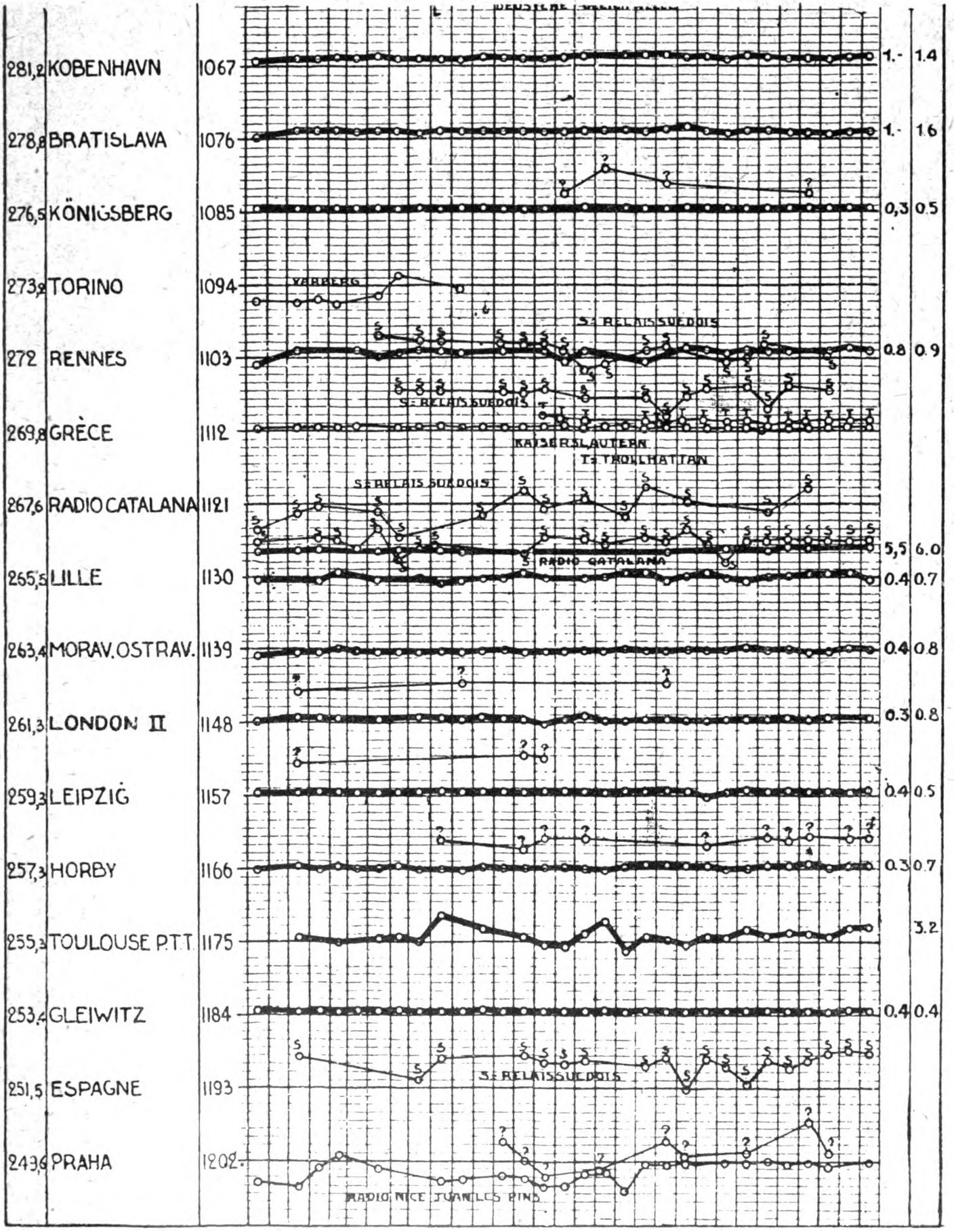
Digitized by Google



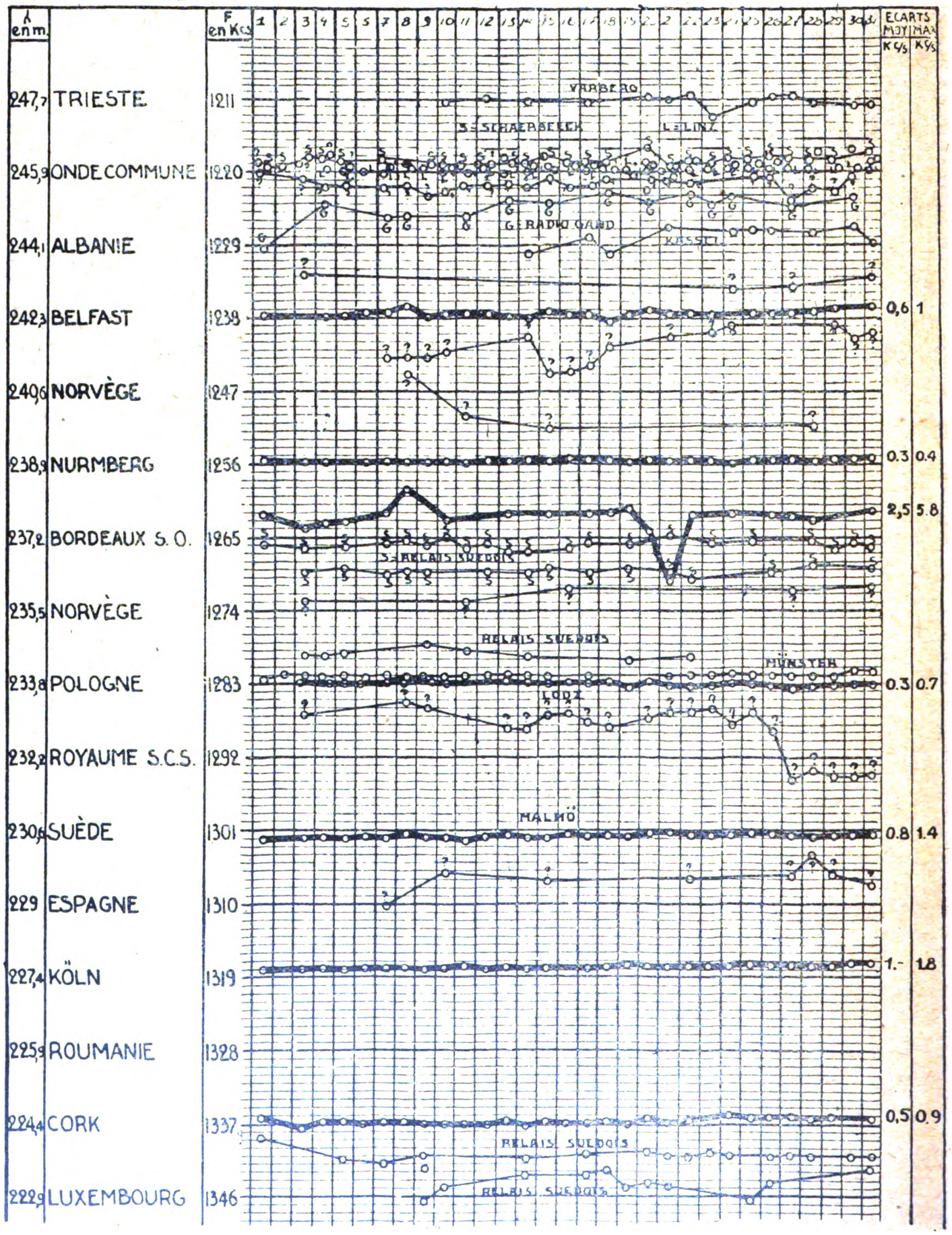
Digitized by Google



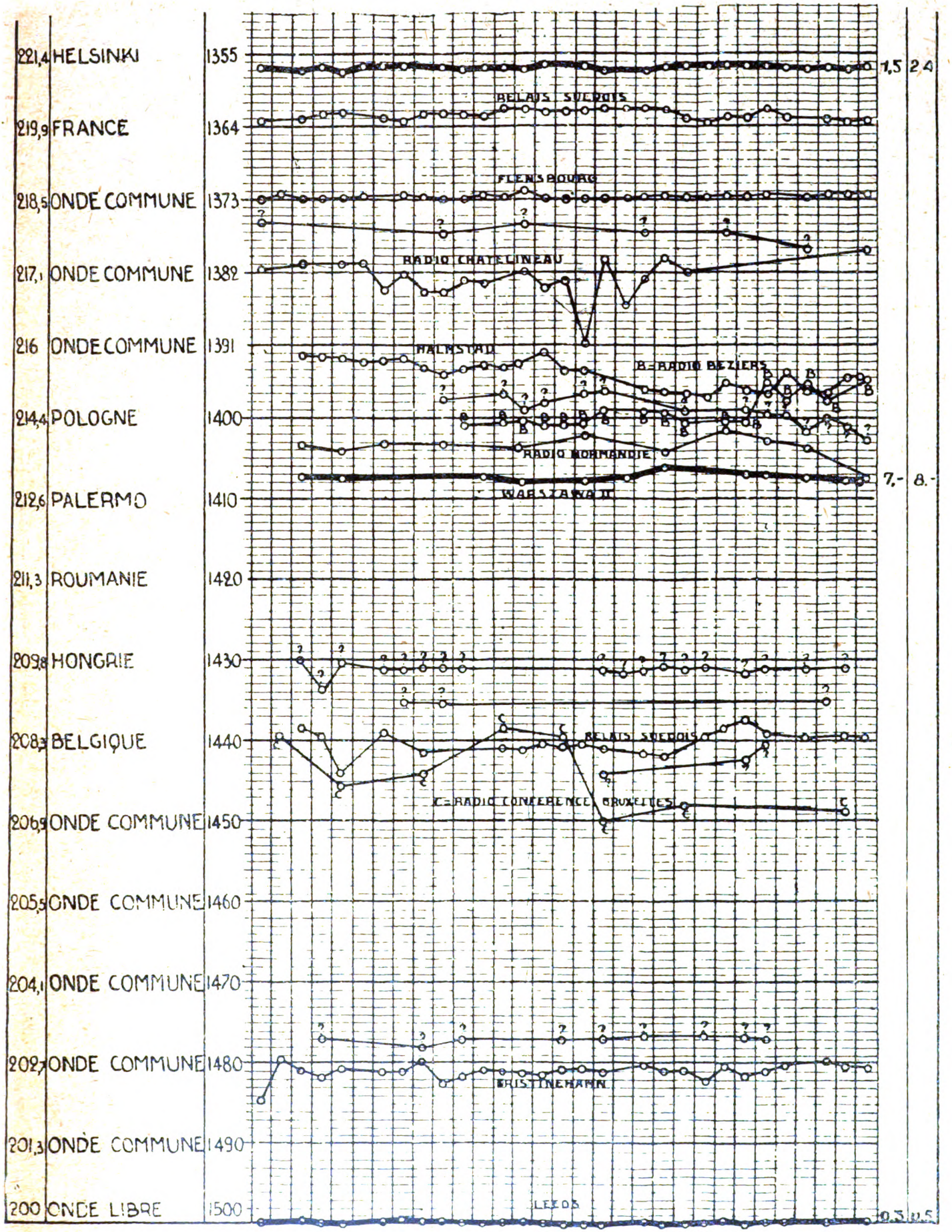
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Les Rhéostats et Potentiomètres WIRELESS

1° SÉRIE « NORMALE »

Fixation centrale, trou de 9 m/m. Résistance bobinée sur cercle isolant complètement aéré, assurant un excellent refroidissement.

Court-circuitage en fin de course. Balai laiton, contre-lame ressort. Diamètre 51 m/m. Saillie 45 m/m.

Se fait en résistances de 30 à 1,9 ohms et pour des intensités allant de 0,4 à 2,1 ampères.

2° SÉRIE « PORCELAINE »

Fixation centrale, trou de 8 m/m. Résistance bobinée sur cercle isolant, *support en porcelaine*. Court-circuitage en fin de course.

Balai laiton, contre-lame ressort. Diamètre 47 m/m. Saillie 40 m/m. Se fait dans les mêmes résistances et intensités que la série « normale ».

3° RHÉOSTAT A VERNIER

Ce rhéostat forme interrupteur d'allumage à poussoir.

Cet appareil permet un réglage très précis du chauffage. En poussant ou en tirant le bouton, on déplace le balai de spire en spire, on obtient ainsi une variation rapide du chauffage. Si, au contraire on tourne le bouton, le balai se déplace sur les spires comme sur un pas de vis, produisant une variation très lente de la résistance.

4° POTENTIOMÈTRE

Il existe des potentiomètres correspondant aux deux séries « Normale » et « Porcelaine ». Résistance bobinée en fil nu, à spires jointives. Se font en toutes résistances de 200 à 2.000 ohms et intensités de 160 à 50 millis.

REMARQUE :

Les appareils des séries « Normale » et « Porcelaine » sont livrés habituellement équipés avec bouton bakélite noire n° 4.150 et cadran cellulo noir biseauté de 60 m/m. Ils peuvent recevoir toute autre présentation (cadran cellulo blanc, aluminium satiné avec enjoliveur, etc). Ils peuvent également être livrés avec l'ancien bouton A et cadran cellulo de 50 m/m (diminution de prix : 1 fr.).

RHÉOSTATS ET POTENTIOMÈTRES « TANGENTAL »

Dans les modèles ordinaires de rhéostats et potentiomètres, le balai mobile ne prend contact sur l'enroulement résistant que par une surface forcément assez limitée ; dans le modèle « Tangental », au contraire, un frotteur tangentiel à double contact placé à l'extrémité d'un bras coudé nervuré, touche l'enroulement résistant sur toute la largeur de la barette, ce qui assure un contact absolument parfait.

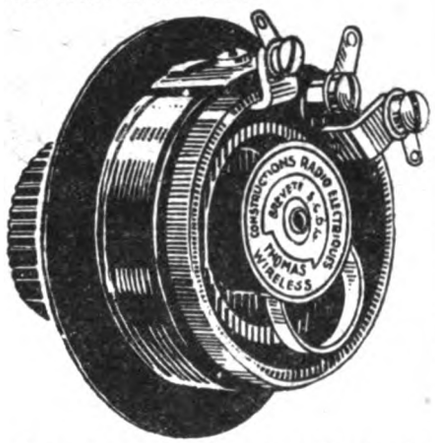
La pression du balai sur l'enroulement est notablement plus élevée que dans les rhéostats ordinaires, ce qui améliore encore le contact et assure *un fonctionnement absolument exempt de crachements.*

De plus la disposition du balai tangentiel permet une *très grande douceur de fonctionnement*, et ne risque pas de détériorer le fil de l'enroulement, ce qui est particulièrement précieux pour les potentiomètres bobinés en fils très fins.

Les contacts de fin de course sont à large surface. Les qualités mécaniques du « Tangental » ne sont pas inférieures à ses qualités électriques.

L'axe renforcé a un diamètre de 6 m/m.

Le bras coudé entraînant le balai est manœuvré, d'où une grande rigidité. La prise de contact entre l'axe et la borne correspondante est obtenue par un dispositif spécial largement dimensionné, rendant les crachements impossibles. La monture est en bakélite spéciale Wireless d'une grande résistance mécanique. La fixation centrale par coussinet de 9 m/m ne nécessite aucun démontage de l'appareil : il suffit de retirer le bouton. Les bornes ne peuvent pas tourner et permettent des connexions faciles, par cosses à souder ou par vis, et non par bouton molleté. En résumé, ces appareils étudiés dans leurs moindres détails, très solidement construits et pratiquement indéréglables, donneront toute satisfaction.



Les résistances et intensité des séries « Tangental » sont les mêmes que celles des rhéostats et potentiomètres ordinaires.

RHÉOSTATS ET POTENTIOMÈTRES « WIRELESS »

démultipliés, sous frotteur
(Brevet Thomas)

Ces appareils sont acceptés par la commission de l'armée et employés dans de nombreux laboratoires pour les appareils de précision (pyrométrie, etc.).

Ces appareils, basés sur un principe nouveau, sont certainement les plus parfaits qu'il soit possible de réaliser.

Pour éviter les crachements, le contact mobile est réalisé par une bague satellite qui roule sur un bobinage résistant. Malgré la très forte pression de contact utilisée (1.900 grammes), cette bague ne peut ni user le fil ni même le déplacer. Les potentiomètres en fil les plus fins ne risqueront plus d'avoir leurs spires arrachées au bout d'un temps plus ou moins long, comme cela se produit avec d'autres systèmes.

De plus le nettoyage du contact est assuré automatiquement par le déplacement épicycloïdal de la bague.

La substitution d'une rotation au frottement habituel assure une douceur de manœuvre incomparable, inconnue jusqu'à ce jour. Il y a lieu de remarquer que le principe de la bague élastique utilisée n'a rien de commun avec celui de certains types de potentiomètres comportant un galet poussé par un ressort.

En effet la bague de contact de nos appareils assure un contact parfait car, étant élastique, elle se déforme légèrement et roule sur l'enroulement résistant avec une forte pression, mais sans frottement.

D'autre part l'absence des butées fait qu'en fin de courses, *on peut continuer à tourner le bouton de commande sans risque de déréglage de l'appareil.*

Le bouton de commande entraine la bague de contact d'un mouvement démultiplié (rapport de 10 environ). C'est là un très gros avantage car notre dispositif permet un réglage extrêmement précis. On pourra ainsi choisir le point de fonctionnement optimum. Un index nickelé, apparent sur le cadran gradué et solidaire de la bague de contact, permet le repérage de la position de cette dernière.

Les rhéostats et potentiomètres « Wirelesstat » sont livrés normalement avec notre bouton bakélite n° 4.132 et cadran aluminium satiné.

Il peuvent être également équipés avec diverses autres présentations (voir pages 1-2).

RÉSISTANCE RÉGLAGE DÉMULTIPLIÉE SANS FROTTEUR

(Brevet Thomas)

Basée sur les mêmes principes que les nouveaux potentiomètres et rhéostats sans frotteur « Wirelesstat », cette résistance donnera toute satisfaction chaque fois que l'on désirera un appareil sérieux d'une grande douceur de manœuvre, permettant un réglage très précis et assurant une audition sans crachement. Le contact mobile est constitué par 3 bagues métalliques souples roulant sur une barette semi-conductrice dont la composition spéciale assure une constance absolue de la résistance. Pour une position donnée du contact mobile la valeur de la résistance est toujours la même, contrairement à ce qui se passe avec les appareils qui font varier la résistance par compression d'une poudre semi-conductrice.

Toutes les parties mobiles de l'appareil sont protégées par un couvercle translucide empêchant l'introduction des poussières.

Par sa grande douceur, son fonctionnement parfait et très précis cette résistance sera très appréciée dans le réglage de la puissance des pick-up ou d'amplificateurs BF (volume-control) ainsi que comme résistance de fuite ou de polarisation. La puissance dissipée peut atteindre 4 watts sans inconvénient.

Une fiche contenant une de ces résistances sera présentée sous le nom de « Volume contrôlé » et permettant de réclamer la puissance des haut-parleurs pick-up, etc.

Ces résistances se font en valeur maxima de 20.000, 50.000, 10.000 et 500.000 ohms, ainsi qu'en types de 1 à 6 mégohms et de 1 à 10 méghoms.

Digitized by Google

JUIN 1930 Nº 75

RADIO-ÉLECTRICITÉ

ET

QST

FRANÇAIS

RÉUNIS

THE LIBRARY OF THE
JUN 14 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

SOMMAIRE

	Pages
Q. S. T. ?	1
Des idées... des mots... Q.S.T.... Appel à tous	3
A propos du centenaire de l'Indépendance belge Une grande station de T.S.F.: Radio-Belgique (Alex SURCHAMP)	4
L'Europe radiophonique au début de 1930 (A. S.)	6
L'éther de Maxwell (Général CARTIER)	8
L'activité et les conférences de la Société de télévision britannique (Léon DE LA FORGE)	11
Rôle actuel de l'électricité en thérapeutique (Dr Paul COLOMBIER)	15
Le problème des enroulements (Pierre OLINET *ingénieur E. S. E.*)	16
Les accumulateurs électriques (F. BRUN)	19
Les cathodes: préparation, propriétés, évolution. (J. RICQ, *Ingénieur E.C.P.I. et E.S.E.*)	21
Ce qu'on peut faire avec un milli (J. GRANIER, *docteur ès sciences*)	24
Réflexions sur l'alimentation totale sur le secteur, (P. OLINET, *Ingénieur E. S. E.*)	28
Les lampes-secteur: chauffage direct et indirect, R. BARTHÉLÉMY, *Ingénieur E. S. E.*)	32
Les relais (J. BARRÉ, *Ingénieur E. S. E.*)	37
Un récepteur pour les bandes 10, 20, 40 et 80 mètres. (André PLANÈS-PY)	41
Nos services	44
L'antenne C. M. (M. PIERRE, *Ingr E. S. E.*)	45
Les réseaux de distribution électrique en Algérie, (A. BILLY, *anc. élève de l'Ie Polytechnique*)	52
L'accord simultané de circuits multiples (A. TAILLIEZ)	54
Le froid (A. MICHEL, *Ingénieur frigoriste*)	58
Projet d'établissement d'un redresseur de tension plaque. (R. LEPESQUEUR)	60
A travers la presse étrangère	64
Les brevets (Ch. FABER, *Ingr radio E. C. P.*)	66
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	69

Digitized by Google

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par

L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** *c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.*

***L'Antenne* est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs**

L'ANTENNE contient les programmes de toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 FR.

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2e)

Les C-19

par

Robert ALINDRET

Étude du fameux montage et de ses dérivés. 172 pages texte et schémas. Photographies et

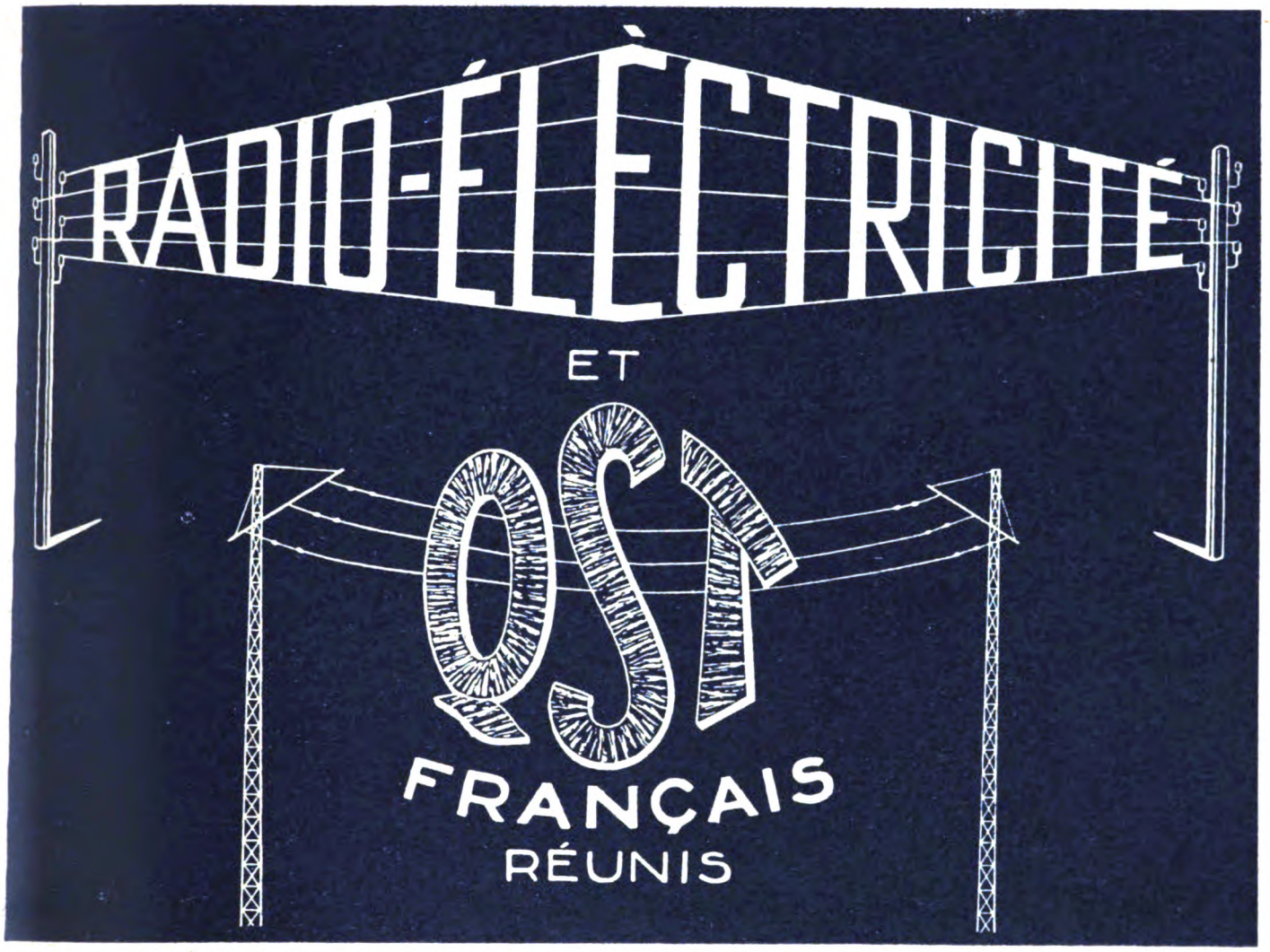
5 PLEINS DE CONSTRUCTION

Prix : 10 fr.
FRANCO : 12 fr. 60

EN VENTE PARTOUT

PUBLICATIONS ET ÉDITIONS FRANÇAISES DE T. S. F. ET RADIOVISION
53, Rue Réaumur, PARIS (2e) - Téléphone : Louvre 03-72

Digitized by Google



Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. **70 fr.** par an	*53, rue Réaumur, PARIS (2e)*	Richelieu. **88-27**
Etranger. . . . . **100 fr.** par an		Louvre. **03-72**

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

Q S T ?

Q S T ? ? ? Quelles sont ces trois lettres qui ornent notre couverture? Depuis que la science électrique a été enrichie de si magnifiques trouvailles par ceux qui, nommés **«amateurs»**, passent des nuits à l'écoute et se passionnent pour **« les bricolages sur table »**, il semble que le sens de ces lettres soit sorti de l'esprit de certains. C'est pourquoi il a paru intéressant de le remémorer en le traduisant par ce que le lecteur trouvera dorénavant dans les pages qui vont suivre.

Tout d'abord, le règlement annexé à la Convention internationale de Londres (art. XXII) a défini un certain nombre d'abbréviations devant servir aux relations entre amateurs mondiaux: c'est le code **«Q»**. On ne saurait oublier deux faits essentiels pour mieux se souvenir de toute son importance. N'est-ce pas à son emploi que l'essor pris par les ondes courtes dans les relations radiotélégraphiques est dû? Qui n'a encore présent à la mémoire les communications... au moins inattendues des premiers émetteurs, les **«8»** héroïques, Deloy, P. Louis et notre collaborateur P. Berché ? C'est bien le tremplin qui a réussi le lancement des **«OC»**

Mais le point de nos pratiques a encore été bien plus illustré par le mémorable voyage du **Norgo** au pôle Nord; n'est-ce point un amateur qui a réussi à capter un message permettant le sauvetage de l'équipe en péril sur la banquise ?

Visions polaires, visions transocéaniques, tout est là pour justifier la vie du code **«Q»**.

Si nous ouvrons celui-ci, nous trouvons deux signes distinctifs dont la comparaison m'aidera à mieux

Digitized by Google

faire saisir le sens de ces trois lettres.

En tête, nous lisons:

CQ: signal de recherche employé par une station recherchant un correspondant.

QST: appel général à toutes les stations.

Tandis que la première formule est celle d'un émetteur cherchant à déclencher une voix pour lui répondre, symbole de l'instinct social qui pousse l'homme à chercher le commerce de son semblable, la seconde est bien autre chose.

C'est l'appel d'une voix forte se sachant écoutée et attendue qui, à tous les échos, clame la vérité, la nouveauté, le développement de la pensée humaine; c'est le cri d'alarme qui avertit de la tempête (début des météos); c'est le communiqué journalier de la guerre, avec son glas de défaite ou le chant des clairons de la victoire; c'est l'union intellectuelle des peuples dans ces nuits européennes qui amènent une fraternité; l'art et la science n'ont pas de patrie.

Mais c'est aussi le symbole de ce journal. Par sa voix, la science radioélectrique progressera; ses lecteurs seront tenus au courant de tous les progrès, par une étroite collaboration aideront la marche en avant de l'électricité.

Pensant que le moment était venu d'élargir, sans dommage pour l'édifice que nous nous sommes donné la tâche de soutenir, le champ de notre rayonnement, nous nous proposons donc à partir du présent numéro et de plus en plus d'embrasser une plus grande part de la science électrique. Après avoir porté de notre mieux et le plus haut possible le flambeau de la pensée française, nous essaierons d'agrandir à l'étranger le champ de notre collaboration; surtout, après avoir éclairé une partie seulement de l'électricité, nous voudrions projeter la plus vive lumière sur la totalité de cette science, si abstraite, si passionnante et dont on ne sait plus compter les bienfaits.

Par suite, **Radioélectrité** et **Q S T Français réunis**, à partir de ce numéro, revêtera un nouvel aspect, éclosion normale de la très belle floraison de notre succès pendant les précédentes années.

Les deux points essentiels, de méthode, sur lesquels notre effort portera au début seront les suivants :

1) Extension à toute l'électricité des sujets traités dans ces colonnes; en effet, deux considérations montrent toute l'impérieuse nécessité de cette extrapolation; d'une part, l'importance prise par l'électricité dans la vie moderne est immense; dans tous les domaines, telle le lierre, elle meurt où elle s'attache ; bientôt, l'automobile électrique sillonnera toutes nos routes ; l'électricité déverse déjà sur le monde entier des flots de lumière tels que la nuit semble défier le soleil et que Josué n'aurait plus besoin d'arrêter cet astre pour gagner une nouvelle bataille. Il semble donc tout au moins que cette revue resterait incomplète si elle ne débordait pas sur ce qui n'a pas trait directement à la radioélectricité.

2) Mais aussi, celle-ci n'est-elle pas une partie seulement de l'électricité et n'englobe-t-elle pas bien des éléments de celle-là ? Accumulateurs, piles, transformateurs ne ressortent-ils pas autant de l'un que de l'autre domaine ou, plus exactement, y a-t-il deux domaines ? A force de nous poser cette question, nous sommes arrivés à la conviction de l'identité totale. C'est pourquoi cette extension s'imposait; et cela d'autant plus, que de très nombreuses conclusions tirées des études d'électricité pure, comportent d'intéressantes applications à la T.S.F. C'est ainsi que de l'étude des tubes à rayons X on tire de très utiles enseignements sur la protection des récepteurs contre leur rayonnement.

Outre ces deux premiers points de vue, en plus de la présentation, nous croyons indispensable de modifier un peu la composition du numéro; il nous paraît plus intéressant de nous conformer aux données suivantes :

1) le nombre des rubriques sera augmenté; on trouvera un rapide exposé plus loin; ceci aura pour but d'englober le plus grand nombre possible de questions dans un numéro; nous rappelons à nos lecteurs que nous leur serons toujours reconnaissant de continuer, comme par le passé, à nous adresser toutes les suggestions possibles sur les sujets qu'ils voudraient voir traiter dans ces colonnes;

2) il sera évité, autant que possible, de donner des articles à suivre, de manière à ce que chaque numéro forme un tout immédiatement utilisable;

3) enfin, la longueur de chaque article sera un peu diminué pour que le lecteur ne soit pas fatigué par un trop long sujet.

Pour la présentation, nous aurons à cœur d'essayer de donner à cette revue une allure plus vivante sans lui enlever son caractère scientifique. Sous une couverture nouvelle sobre de lignes, mais bien proportionnée, les articles seront nuancés par un emploi judicieux de différents caractères.

Mais, surtout, une remarquable collaboration nous permet d'envisager une étude de très multiples sujets; on retrouvera les noms bien connus qui ont été si souvent appréciés dans ces colonnes, mais aussi d'autres nouveaux qui, sans surclasser les premiers, les accompagneront dignement.

Depuis la vie intense de la matière, jusqu'à l'emploi des radiations en thérapeutique en passant par toutes les applications de l'électricité; nos lecteurs seront sûr de trouver dans ces colonnes un exposé raisonné du problème traité, leur donnant toute documentation utile.

Q S T. Appel à tous... Nous vous tendons la main pour vous mener dans la voie du progrès, pour explorer avec vous cette nouvelle carte de Tendu, aux multiples méandres que présente l'arbre généalogique de l'électricité. Etoile du berger, nous vous indiquerons la voie à suivre, mais penchés aussi vers vous, nous attendons toute votre collaboration; la route est large, on peut tirer nombreux sur le char du progrès, sans se marcher sur les pieds.

Nous comptons sur vous, ami lecteur, pour nous aider à maintenir aussi haut le flambeau de la pensée humaine et française.

Juin 1930.

Digitized by Google

DES IDÉES... DES MOTS...

QST... Appel à tous...

La partie radioélectrique de la Science électrique a eu une naissance essentiellement différente de celle de sa sœur ainée. Tandis que celle-ci est due uniquement aux travaux des savants faits dans la pénombre — pourtant bien rayonnante par paradoxe — du laboratoire, la radioélectricité a eu une vulgarisation très rapide.

Je m'explique. De nombreuses années se sont écoulées avant que l'électricité ne reçoive des applications industrielles; si de nombreux pionniers ont contribué au progrès du point de vue pratique, il reste néanmoins que l'internalisation — bien vilain mot contenant une bien grande idée — de cette science a été due au commerce de savants bien plus qu'à une liaison de peuples.

Or, comme j'avais l'occasion de le dire, la Science est, plus que l'Art, un élément de communion spirituelle excluant, tout au moins en général, toute idée de patrie. On ne saurait nier, dans la psychologie d'une telle question, les influences du milieu, de la race, de l'hérédité, mais le commerce intellectuel plus que tout autre constitue le libre échangisme intégral.

Il est résulté de cet état de choses que les termes employés en électricité ont été définis, du point de vue international, par des congrès, de telle sorte que tout le monde sait à quoi s'en tenir sur tel ou tel sujet. Toutes les définitions ont été traduites par des mots dans chaque langue.

Et pour la Radioélectricité, comment peut-on définir la situation actuelle ?

Rarement, à part la coopération totale de la grande guerre, on trouve, dans l'histoire des peuples, une coopération de l'ordre de celle en présence de laquelle nous nous trouvons.

D'une part, les émissions, perçues au delà des frontières imposées aux peuples par les traités dictés soit par l'intérêt, soit par des principes sociaux supérieurs, créent un lien tel que les annonces sont faites en plusieurs langues. N'est-ce pas là un ciment nouveau tant entre les parties d'un même peuple, qu'entre nations voisines — prélude peut-être d'une union désirée par un très grand nombre ?

D'autre part, les émetteurs dits « amateurs », par le commerce qu'ils ont entre eux ont réalisé, comme leur indicatif le prouve, le plus beau mélange de lettres et de chiffres que mathématicien ait jamais pu rêver. Quel meilleur symbole? Les ombres, échouées sur les bords du Styx, des Pythagores et des Archimèdes doivent tressaillir de ce résultat inattendu.

Mais, de cette état de choses, de cette collaboration vulgarisée à l'extrême, il résulte une étrange confusion dans la langue radioélectrique. Véritable tour de Babel moderne, un journal de T.S.F. contient un grand nombre de termes exprimant des idées extrêmement intéressantes mais qui n'ont point de correspondant dans les autres langues.

Sans doute pourrait-on réunir — à la manière des différentes branches de la politique tant intérieure qu'extérieure — de nombreux congrès. Les très rapides progrès de la science des oscillations électriques interdisent absolument cette manière de procéder.

Sans doute, à très juste titre, des savants, dans ces colonnes mêmes, se préoccupent de définir exactement ce que signifient les termes employés; ce n'est point ceci que j'ai en vue actuellement. Mais c'est aux mots étrangers transportés sans équivalent dans notre langue que j'en ai ici.

Ainsi je propose aux lecteurs le problème suivant : chaque mois, à cette place, ils trouveront un mot étranger — généralement anglais où américain — avec tous les éléments nécessaires donnant leur signification exacte tant du point de vue général qu'en radioélectricité en particulier avec un développement suffisant. Nous leur demandons de nous envoyer un équivalent français du terme ainsi défini. Ceci donera lieu à un classement ultérieur avec attribution de prix. Nous croyons indigne de ces colonnes de proposer au lecteur un sujet de concours moins conforme à nos directives. *Q. S. T.* ne signifie-t-il pas appel à — donc collaboration — tous. Nous publierons les plus intéressantes reponses qui nous seront parvenues sans distinction de date, tout au moins pour le moment. Qu'aucun ne recule devant ce petit travail si utile et passionnant.

Le PICK-UP

Aujourd'hui, nous proposons, comme sujet de réflexions, le pick-up. Universellement employé tant à l'enregistrement qu'à la reproduction de la voix et des bruits, cet appareil n'a plus le droit d'être ainsi nommé — sans que cela puisse vexer aucun lecteur. L'internationalisme vise à la liaison mais non à la suppression de l'idée de « langue ». Tant qu'un idiome commun à tous les peuples rêve bien lointain — n'aura pas obtenu un accord général, force sera bien de conserver à chaque pays la linguistique de sa race; n'est-ce pas grâce à elle que l'expansion intellectuelle s'est réalisée !

Nous nous efforcerons sous peu d'ajouter à notre journal une page en espéranto ou ido pour que notre rayonnement soit plus général, si tant faire se peut.

On va donc trouver ci-dessous l'analyse du sens du mot pick-up, tant dans sa conception anglaise que dans celle américaine, puis son application au concept de la phonographie (enregistrement et reproduction); de la sorte, le lecteur pourra accomplir la synthèse indispensable pour arriver à une définition, donc à un mot.

Quand on recherche dans un dictionnaire le sens du mot, on ne trouve rien, car il est formé de la juxtaposition de deux termes :

To pick, verbe, signifie cueillir, choisir, tirer, prendre en éliminant les sons qui, *a priori*, ne peuvent pas convenir; ou encore : prendre dans; *to pick-up*, trouve-t-on encore dans le dictionnaire : ramasser, trouver.

De plus, *pick*, substantif : pic ou choix.

La particule *up* indique ici l'idée d'élévation; on peut donc résumer cette incursion de la manière suivante:

L'action de *pick-up* est de ramasser par un appareil « pic » qui élève.

Du point de vue électrique, le pick-up est l'appareil qui:

A) ramasse les sons enregistrés sur le disque;

B) les transforme en impulsion électriques à transmettre à l'amplificateur.

Comment traduire ceci par un mot ?

Digitized by Google

A propos du Centenaire de l'Indépendance Belge

Une grande Station de T. S. F.: Radio-Belgique

par Alex SURCHAMP

o o o o o o

Dans le précédent numéro, la rédaction du Q. S. T. a cru indispensable de saluer le Centenaire de la Belgique. Elle a promis au lecteur un exposé de l'expansion belge. Cette description commence aujourd'hui par la radiophonie. Notre collaborateur décrit Radio-Belgique dans les colonnes ci dessous.

1930. Centenaire de l'Indépendance Belge. La Belgique n'a pas voulu célébrer l'anniversaire de sa naisance à l'autonomie comme un phénomène extraordinaire. Derrière la période où elle fut affranchie de la sujétion étrangère, c'est la longue vitalité de sa personne nationale qu'elle a voulu évoquer.

A cette occasion, de grandes cérémonies ont eu lieu dans tout le pays, de Gand jusqu'à Tournai, de Liège jusqu'à Anvers. La T. S. F. a été étroitement associée à ces manifestations et les différentes stations ont diffusé de très beaux et de très intéressants programmes. La station de Radio-Belgique notamment a fait preuve en cette circonstance d'une très grande activité. Profitons en pour retracer l'effort de cette station qui compte à l'heure actuelle, à juste titre, parmi les meilleures stations de l'Europe.

⁂

Radio-Belgique va avoir bientôt huit ans d'existence. C'est en effet le 23 novembre 1923 qu'elle fut solennellement inaugurée par M. Neujan, ministre des Chemins de fer, Postes et Télégraphes. Les nombreuses personnalités invitées à cette cérémonie avaient été réunies dans la grande salle des fêtes de l'Union Coloniale. Grâce à des haut-parleurs qui y avaient été installés, elles purent entendre la première émission du poste belge. Ce soir même, pour la première fois, l'appel « Allo! Ici Radio Belgique » fut lancé, appel qui devait, par la suite, et sans aucune interruption, se répéter quotidiennement. Quelques jours avant cette inauguration, le Roi avait longuement visité les nouvelles installations du poste, en s'intéressant très vivement à ses multiples détails. Après avoir signé le Livre d'Or de Radio-Belgique, le souverain avait chaleureusement félicité ceux qui avaient pris l'initiative de doter la Belgique d'un poste radiophonique, se plaisant à espérer le succès de cette audacieuse et intéressante entreprise. C'est ainsi qu naquit la septième station radiophonique européenne. Parmi les 150 qui existent actuellement, elle est de celles qui semblent promises à un avenir des plus brillants.

C'est à Bruxelles, rue de Stassart, dans les immenses locaux de l'Union Coloniale, que se trouve installé le poste Marconi de 1 kilowatt antenne.

Dès le début, la portée de ce poste fut très grande, ainsi que l'attestèrent les innombrables lettres reçues immédiatement des pays voisins de la Belgique, de Scandinavie aussi, d'Angleterre, d'Espagne, de Suisse, d'Italie, d'Egypte, d'Algérie et de Tunisie.

L'importance sans cesse croissante de ses services a obligé Radio-Belgique à agrandir ses installations du début. Tandis que le poste proprement dit, les salles de modulation, les ateliers, le laboratoire et l'auditorium de musique restaient rue de Stassart, les services administratifs et le Journal Parlé émigraient en de nouveaux locaux voisins, rue du Bastion, où fut installé un auditorium réservé à la parole.

Pour la musique, Radio-Belgique s'est toujours appliqué dans la composition de ses programmes. à garder une haute tenue artistique, à satisfaire à la fois le grand public et l'élite. Tâche ardue, mais qui fut menée à bien, jusqu'à présent, grâce à l'autorité du chef du service musical, M. René Tellier.

Artiste de talent, organiste réputé, chef des chœurs des Concerts Spirituels de Bruxelles, professeur au Conservatoire Royal de Bruxelles, M. René Tellier est parfaitement secondé par M. André, moniteur au Conservatoire Royal de Bruxelles, second chef d'orchestre, et un orchestre de tout premier plan, comptant notamment des artistes tels que Mme Graindorge, pianiste; MM. Verzin, violoniste; Voordecker, violoncelliste; Bonneel, flûtiste; Piette, clarinettiste; Faulx, corniste; Nicolaï, trompettiste, et Gasia, contrebassiste.

La régie générale de Radio-Belgique est assurée par M. Léopold Bracony. Une brillante carrière artistique lui confère l'autorité nécessaire pour collaborer à l'élaboration des programmes lyriques, pour prendre toutes les initiatives délicates, afin que les émissions soient impeccables, pour parer avec sang-froid et esprit à toute éventualité.

Au cours de cinq années, Radio-Belgique a émis de multiples programmes musicaux sensationnels. Les répertoires d'opéras, d'opéras-comiques et d'opérettes ont été largement mis à contribution pour l'organisation de sélections: *Mignon, Faust, Samson et Dalila, Hérodiade, La Servante maîtresse, Aïda, Lakmé, Carmen, La Damnation de Faust, Les Pêcheurs de Perles, Mireille, Manon, Roméo et Juliette, Werther, La Fille de Mme Angot,*

Digitized by Google

Véronique, L'Oncle Mathurin, Les Dragons de Villars, etc.

Parmi les œuvres essentielles qui furent émises, citons: les huit symphonies de Beethoven, cinq symphonies de Mozart, deux symphonies de Franz Schubert, une symphonie de Schumann, les ouvertures classiques du répertoire, le Concertstuck pour piano et orchestre de Schumann; les poèmes symphoniques comme *Phaéton; La Jeunesse d'Hercule; le Rouet d'Omphale*, de Saint-Saëns; *la Forêt enchantée*, de Vincent d'Indy; *l'Après-midi d'un faune*, de Debussy; *le Tombeau de Couperin*, de Ravel; *Anter*, de Rimsky-Korsakow; *les Danses du Prince Igor*, de Borodine; des suites d'orchestre d'auteurs belges: Joseph Jongen, Léon Jongen, Aug. de Boeck, H. Sarly, de Taye, Fernand Quinet.

Le service musical de Radio-Belgique s'assura la collaboration d'artistes de qualité, comptant parmi les favoris du public. C'est ainsi que se firent entendre à maintes reprises devant le microphone:

Mlle Marguerite Thys, professeur au Conservatoire; Mlle Mergan, Mlle Ghislaine Villiers, Mme Vida, Mme Delia, Mlle Stroyebants, Mlle Claes; MM. Weynandts, professeur au Conservatoire; Swolfs, professeur au Conservatoire; Letroye, Jans, Delil, Rubeau, Geodel, De Kock, Telma, Mertens, Koch, violoniste, prix Kreisler; Delante, pianiste; Wilmet, pianiste; Mmes Claudine Boons, Clairbert, Talifer, Mertens; MM. Van Obberg, John Charles Thomas, du théâtre de la Monnaie; Rahier, violoniste; Fresin, violoncelliste; Hamilton, pianiste; Abka, tariste persan; les chœurs des Cosaques du Téreck...

⁂

La partie littéraire des émissions est confiée à M. Théo Fleischman, écrivain distingué et conférencier de talent.

Des conférences sur des sujets très variés sont données régulièrement au cours des concerts et, dans les programmes on a pu relever les noms de MM. Emile Vandervelde et Levy, ministres d'Etat; Piérard, Winandy, Fischer, membres de la chambre des Représentants; de Brouckère, délégué belge à la Société des Nations; Pierre Bourgeois, directeur de la revue *7 Arts;* Léopold Rosy, directeur du *Thyrse;* Maurice Gauchez, directeur de la *Renaissance d'Occident;* Gaston Denys Périer, Charles Conrardy, Julien Flament, hommes de lettres; Jef Dillen, critique d'art; Georges Rency, critique dramatique; Maurice Wilmotte, directeur de l'Académie Royale de Belgique; Charlier, Thomas, professeurs à l'Université Libre de Bruxelles; Georges Garnir, de l'Académie; O. Laroche, ingénieur; Pergameni, professeur à l'Université de Bruxelles; Maury, ingénieur de la Colonie; général Seligman, président de la Société Royale Belge de Géographie, etc...

C'est aussi M. Théo Fleischman qui est rédacteur en chef du journal parlé que Radio-Belgique émet quotidiennement et qui comprend comme collaborateurs réguliers, MM. André Guéry, Albert Bouckaert, Pierre Fontaine, Paul Gilson, Léon et Paul Donnay.

Signalons enfin les nombreuses retransmissions effectuées par Radio-Belgique, tant de la province que de l'étranger. A cet effet des amplificateurs ont été placés sur les principaux câbles téléphoniques. Ces amplificateurs, lors des retransmissions sont branchés sur les câbles de l'Etat, ce qui permet de recevoir les émissions les plus lointaines sans déformation et avec une force et une netteté parfaites.

Les installations faites pour Bruxelles et la province ont également permis de brancher les câbles internationnaux étrangers tels que ceux de Hollande, d'Angleterre, d'Allemagne, et de pousser même les relais jusqu'en Autriche.

⁂

Depuis sa création Radio-Belgique n'a cessé de veiller aux progrès de ses émissions, tant au point de vue technique qu'au point de vue artistique. Ce but fait le constant souci de son Directeur, M. Van Soust de Borkenfeld qui, depuis la première émission du 23 novembre 1923, à la quelle il présida, n'a cessé de déployer une activité persévérante pour lutter, perfectionner, chercher des voies nouvelles et faire grandir sa station.

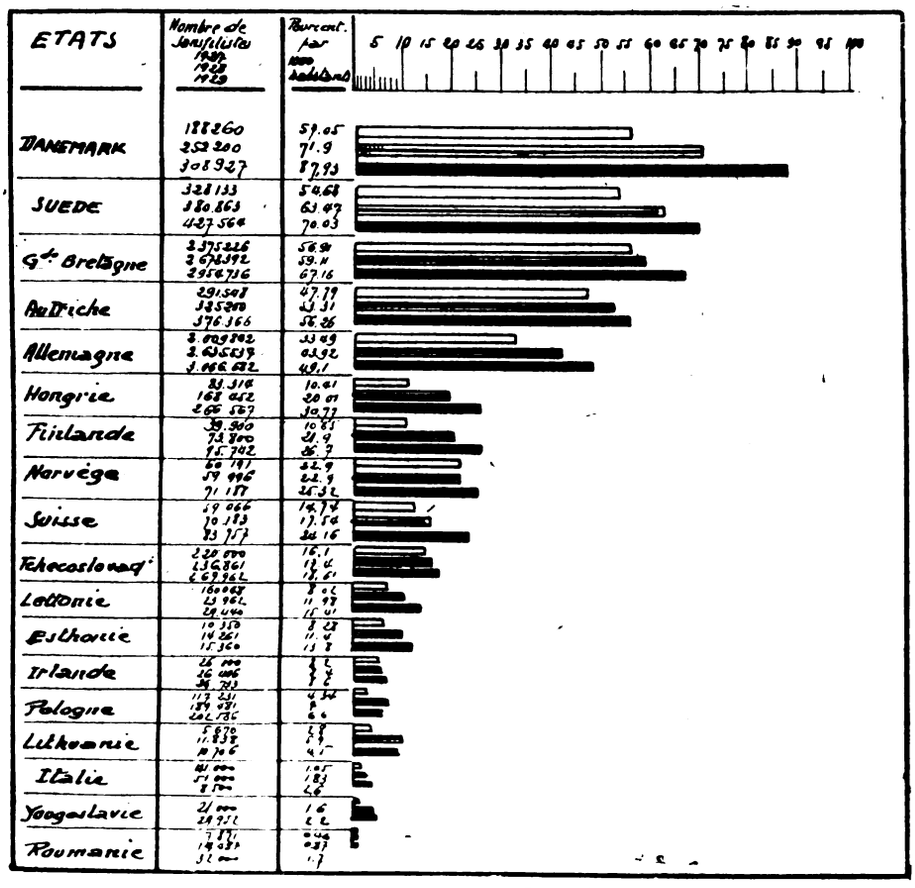
Digitized by Google

STATISTIQUES

L'Europe radiophonique au début de 1930

L'essor international de la radiophonie est tel, qu'il semble important de faire le point. De temps à autre, il est indispensable de savoir où en sont les voisins. C'est ce que la rédaction a demandé à l'auteur et c'est ce que le lecteur trouvera ci-dessous.

L'Union internationale radiophonique de Genève publie chaque année une statistique des sans filistes européens. Statistiques intéressantes, car elles indiquent non seulement le pourcentage des auditeurs par rapport à la population totale des pays mentionnés, mais aussi la progression de l'écoute radiophonique au cours des années précédentes.



N. B. — *Les premiers chiffres sont ceux de 1927. Les suivants sont ceux de 1928 et 1929. Les lignes ═══ indiquent la proportion des sans-filistes en 1927 : les lignes ═══ en 1928, les lignes ▬▬ en 1929.*

Tous les pays ne figurent pas malheureusement sans certitude. La Hollande, la Belgique, la France pour ne parler que de ceux-là n'ont pas de statut, partant pas de taxes de licences, de sorte qu'il est impossible de préciser, autrement que par des approximations le plus souvent fantaisistes, le nombre des auditeurs de ces différents états.

La statistique établie par l'U. I. R. porte cette année sur 18 états: l'Allemagne, l'Autriche, le Danemark, l'Estonie la Fnlande, la Grande-Bretagne, la Hongrie, l'Etat libre d'Irlande, l'Italie, la Lettonie, la Lithuanie, la Norvège, la Pologne, la Roumanie, la Suède, la Suisse, la Tchécoslovaquie et la Yougoslavie.

La première place dans ce palmarès radiophonique revient au Danemark qui s'inscrit avec 308,927 sans filistes et une proportion de 87,93 pour 1000 habitants, ce qui revient à dire qu'il y a, dans ce pays un appareil pour 250 habitants.

Le Danemark a d'ailleurs été toujours en tête dans les compétitions de cet ordre. C'est lui qui en 1928, était encore au premier rang avec un pourcentage de 71,9 pour 1000 habitant, et en 1927 avec 57,05.

Il convient cependant de remarquer que l'augmentation du nombre des sans filistes a été proportionnellement plus grande au Danemark que dans tout autre pays européen. Cette augmentation ayant été en 1929 de 18. 03 par mille habitants, alors qu'elle n'a été en Grande-Bretagne que de 7,76.

A quoi attribuer cette faveur croissante que les Danois accordent à la radiophonie? Il est possible que la récente diminution du prix de la taxe ait, dans une certaine mesure, contribué au recrutement de sans filistes nouveaux. Mais c'est ailleurs qu'il faut chercher les véritables raisons de cette prospérité sans cesse gfirandissante.

D'abord la nature même du pays, qui fait que le Danois est contraint à rester souvent et longtemps chez lui et à chercher dans son intérieur des distractions que les rigueurs du climat ou l'éloignement des grands centres l'empêchent de prendre au dehors. Ensuite, l'influence prépondérante que joue dans les moin-

Digitized by Google

dres villages, dans les moindres chaumières, l'électricité et ses multiples applications. Enfin — et surtout — le souci constant qu'ont les directeurs de l'organisation radiophonique, de satisfaire les auditeurs, en établissant des programmes conformes à leurs goûts. Chaque sans filiste qui fait renouveler sa licence est incité à formuler ses critiques et ses desiderata concernant les émissions radiophoniques. Les autorités postales lui font parvenir à cet effet un formulaire, dont la teneur est ensuite scrupuleusement examinée par le commissions des programmes. On tient compte de toutes les suggestions quand elles sont sensées, de toutes les critiques quand elles sont justifiées et on s'applique à réaliser toutes les réformes qffui sont réalisables. Il n'est pas d'autre pays au monde où le sans filiste soit l'objet d'une pareille sollicitude. Il est assez rationnel que l'auditeur danois en éprouve quelque fierté et en témoi-

*

La Suède, qui est la deuxième du palmarès, a un réseau radiophonique très développé et parfaitement organisé et cela, grâce à l'abondance inusitée de circuits téléphoniques, qui permettent de relayer les manifestations les plus intéressantes des grandes stations. Il est probable qu'avec la mise en service du nouvel emetteur de Stockolm, d'une puissance de 60 kwatts, la Suède verra encore augmenter le nombre de ses sans filistes et on s'attend à ce que, en fin d'année, elle ait sinon rattrappé, du moins fortement diminué l'écart qui la sépare du Danemark.

L'Angleterre a vu en 1929, le nombre des auditeurs s'accroître de 328.344 unités, alors qu'en 1927, cette augmentation n'était que de 253.166. Le soin apporté par la B. B. C. à présenter d'excellents programmes justifie cet honorable accroissement.

L'Autriche, qui vient au quatrième rang, est rérieusement menacée dans cette place par l'Allemagne qui enregistre chaque année une augmentation considérable de ses licences. Augmentation d'autant plus significative que le prix des licences est dans le Reich relativement assez élevé puisqu'il en coûte 24 marks — 144 francs — pour avoir le droit de pratiquer l'écoute radiophonique. Les dernières statistiques publiées par la Rundfunk et non encore enregistrées par l'U. I. R. accusent pour le 1er trimestre 1930 une nouvelle augmentation de 171.714 abonnés. Il y avait donc en Allemagne au 1er avril dernier 3 millions 238.396 sans filistes taxés. Si l'on songe que l'Allemagne est venue à la Radio avec un retard d'une année sur la Grande-Bretagne par exemple, on peut se rendre compte des progrès qu'elle a réalisé dans ce domaine.

La Hongrie a triplé son pourcentage en deux ans. C'est aussi un très beau résultat.

La Finlande, la Norvège, la Suisse, la Tchécoslovaquie, la Lettonie et l'Estonie sont en légère progression. La mise en service du nouvel émetteur d'Oslo aura vraisemblablement pour premier effet d'augmenter l'an prochain le pourcentage de la Norvège et la puissante station de Varsovie aura en Pologne les mêmes conséquences.

Quand à l'Italie, le chiffre infime des auditeurs déclarés continue à faire l'étonnement des milieux sans filistes. Les Italiens ont l'heureuse fortune d'avoir des stations puissantes comme celles de Milan et de Turin, des programmes intéressants, une organisation radiophonique qui, sous l'instigation du Duce en personne, prend résolument de hardies initiatives et les chiffres officiels n'accusent pour tout le royaume que 85.000 licences. Il y a là un étrange mystère que « la fraude des auditeurs noirs » ne suffit pas à expliquer. L'Italie a 10.000 auditeurs de moins que la Finlande et sa population est cependant dix fois supérieure à celle de cet Etat. On a peine à y croire.

Deux seuls pays sont en régression: l'Irlande et la Lithuanie, qui tous les deux, au cours de 1929 ont vu le nombre des auditeurs diminuer d'un millier.

En résumé les statistiques de l'U. I. R. sont encourageantes. Certes la Radiophonie est loin d'avoir acquis sa forme définitive: si certains états comme l'Allemagne, l'Angleterre ont assez vite trouvé une formule d'organisation qui leur donne pleine satisfaction, d'autres au contraire cherchent encore leur voie. Mais les efforts que la plupart des gouvernements déploient en vue de créer des réseaux radiophoniques bien compris et bien outillés au point de vue technique ne pourront que servir utilement la cause de la radio et l'année 1930 sera sans aucun doute celle qui verra s'accroître les effectifs des auditeurs dans les proportions les plus grandes.

A. S.

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

Type Grande Puissance pour Cinés - Fêtes Forraines - Dancing

Agence Générale France et Colonies:

Raymond FERRY

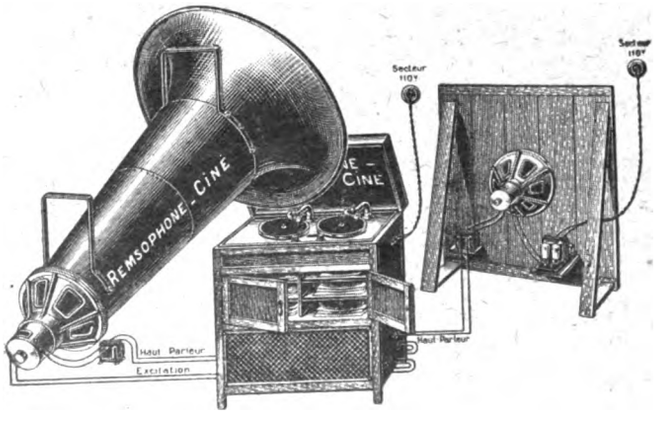
59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (X•) Téléphone: Nord 60-56

FOIRE DE PARIS

Stand 3.030

HALL DE L'ÉLECTRICITÉ



Installation sonore avec dynamique GÉANT HÉGRA à partir de 8.200 frs.

L'installation parlante et sonore

REMSOPHONE-CINÉ

HEGRA

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opérama, 30, Boulevards Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

Digitized by Google

L'Éther de Maxwell

par le Général CARTIER

MAXWELL, comme beaucoup de savants anglais et notamment comme *Lord Kelvin* ne se considérait comme satisfait que lorsqu'il avait pu concevoir un modèle mécanique des phénomènes qu'il étudiait. Les actions à distance avaient naturellement appelé son attention et il avait cherché à en donner une théorie mécanique que je vais résumer très succintement.

Newton, dont la loi sur la gravitation avait soulevé d'ardentes polémiques, écrivait: « Que la gravité soit innée, inhérente et essentielle à la matière, de sorte qu'un corps puisse agir sur un autre corps à distance, à travers le vide et sans aucun autre intermédiaire, c'est pour moi une si grande absurdité qu'il me semble impossible qu'un homme capable de traiter des matières philosophiques puisse jamais y tomber ».

Maxwell, en étudiant les phénomènes électriques et magnétiques et notamment les actions à distance, comme je le dis plus haut, avait compris le rôle essentiel du milieu interposé : Il attribuait ces actions à des *déformations* d milieu et il avait imaginé une constitution de ce milieu, qui lui permît de produire les attractions ou répulsions *apparentes* et les phénomènes d'induction qui avaient conservé un caractère mystérieux en les rattachant à la métaphysique plutôt qu'à la physique et à la mécanique ordinaires. Il ne faut pas oublier que *Maxwell* (1831-1879) est mort il y a 50 ans et que les progrès réalisés au cours de ce dernier demi-siècle ont accumulé une documentation qui manquait à *Maxwell*, et vu surgir des théories nouvelles autrement hardies et subversives que celles de *Maxwell*.

Les ouvrages de ce grand savant sont quelquefois difficiles à lire et l'exposition de ses idées manque souvent de netteté et de clarté. Chose curieuse, ce sont des spéculations purement théoriques qui l'ont amené à supposer d'abord, puis à démontrer, non-seulement l'analogie, mais l'identité de la propagation de la lumière et de la propagation des phénomènes électriques.

On sait que les actions à distance entre deux quantités d'électricité Q, entre deux quantités de magnétisme q, entre une quantité de magnétisme q et un courant circulaire de longueur l et d'intensité i, peuvent se représenter par les formules suivantes établies expérimentalement par *Coulomb* et *Laplace:*

$$f = K\frac{Q^2}{r^2} \quad (1) \qquad f' = K'\frac{q^2}{r^2} \quad (2)$$

$$f'' = K''\frac{q'^2}{r^2} \quad (3)$$

avec $Q = it$ (4)

Si l'on élimine φ, q et i entre ces quatre équations, il vient

$$\frac{\sqrt{ff'}}{f''}\,\frac{l}{t} = \frac{\sqrt{KK'}}{K''} \quad (5)$$

d'où il résulte que l'ordre de grandeur du rapport

$$\frac{\sqrt{KK'}}{K''} \text{ en } \frac{L}{T}$$

c'est une vitesse que nous appellerons u et nous poserons

$$\frac{\sqrt{KK'}}{K''} = u \quad (6)$$

Que sont ces coefficients K, K' et K''?

Nous savons maintenant:

qu'une quantité d'électricité Q correspond à une certaine masse d'électrons libres qui s'agitent dans tous les sens;

qu'un courant électrique est un torrent d'électrons libres, dont l'intensité i est le débit par seconde;

qu'une quantité de magnétisme q correspond à un ensemble de courants circulaires parallèles et de même sens.

Le milieu ambiant est un mélange d'air et d'éther, mais, comme l'a établi *Lorentz*, c'est surtout sur l'éther qu'agissent les électrons et c'est l'éther qui réagit sur eux: c'est donc par l'intermédiaire de l'éther que se produisent les actions correspondant aux formules (1), (2) et (3). Or cet éther n'a d'autres caractéristiques que son élasticité s'il est en équilibre, son inertie s'il est animé d'un mouvement d'ensemble. C'est donc à ces caractéristiques que doivent être reliés les coefficients K, K' et K''.

Il résulte tout d'abord de ces considérations que les coefficients K' et K'' correspondant à des phénomènes analogues (action de courants sur des courants) ne doivent pas différer.

La formule (6) se réduit donc à

$$\sqrt{\frac{K}{K'}} = u \quad (6')$$

D'autre part q correspond à un véritable solénoïde de longueur l' et parcouru par un courant d'intensité i', on a

$$q = il$$

et la formule (2) peut s'écrire

$$f' = K'\frac{i^2 l^2}{r^2}$$

D'autre part, en tenant compte de (4), la formule (1) devient

$$f = K\frac{i^2 t^2}{r^2}$$

Divisant membre à membre, il vient

$$\frac{f'}{f} = \frac{K'}{K}\frac{l^2}{t^2}$$

L'ordre de grandeur de $\frac{f'}{f}$ étant zéro, on voit que le rapport $\frac{K}{K'}$ est le carré d'une vitesse.

C'est une justification directe de la formule (6).

Digitized by Google

Si l'on définit l'unité de quantité d'électricité avec la formule (1), dans laquelle on fait $f = r = K = 1$

$$Q_u^2 = \frac{1}{Q}$$

Si l'on définit cette même unité avec la formule (2'), dans laquelle on fait $f' = r = K' = 1$
on a

$$Q_m^2 = \frac{1}{Qu^2}$$

Il en résulte $\frac{Q_u}{Q_m} = u$ (7)

Or des mesures précises et répétées ont donné pour u une valeur sensiblement égale à la vitesse de la lumière.

C'est cette particularité qui appela l'attention de *Maxwell* et dont l'étude le conduisit à des résultats des plus intéressants comme on va le voir.

Maxwell avait deviné que le diélectrique d'un condensateur placé sur un circuit électrique, se comportait comme une membrane élastique sous l'action des chocs des électrons du courant et il avait admis que ce diélectrique était le siège d'un courant, comme le reste du circuit: c'est une idée que j'ai moi-même développée dans un précédent article. J'ai d'ailleurs montré que le courant électronique parti du pôle — de la génératrice S (fig. 1) s'arrête à l'armature A et que c'est un courant d'éther qui traverse l'intervalle A B. Les électrons, frappant la face A de ce diélectrique, n'ont d'autre effet que de le comprimer.

Je ne suivrai pas *Maxwell* dans ses développements car il admet que, dans le diélectrique A B il y a des électrons

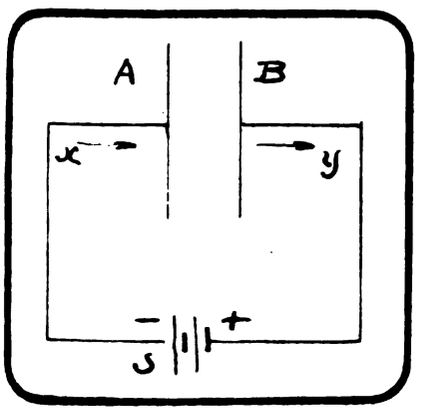


Fig. 1.

auxquels il fait jouer un rôle dans la propagation du courant à travers ce diélectrique.

En réalité, c'est par l'éther que s'effectue cette propagation avec une vitesse aux ¾ de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther, c'est-à-dire que la vitesse de propagation dans le diélectrique A B n'est autre que la vitesse de la lumière dans ce diélectrique.

Maxwell écrit que *cette vitesse de propagation dépend des propriétés électriques et magnétiques du milieu.* Malgré l'ingéniosité de sa démonstration, il ne paraît évident que sa conclusion est erronée et que dans n'importe quel fluide, une propagation s'effectue avec une vitesse moléculaire moyenne de ce fluide: les propriétés électriques et magnétiques n'ont aucun rôle à ce sujet et d'ailleurs

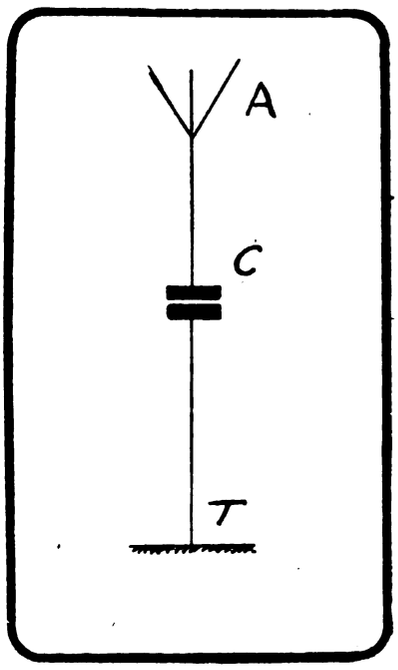


Fig. 2.

je crois qu'il serait bien difficile de dire en quoi peuvent consister de telles propriétés dans un fluide qui n'est sûrement pas magnétique et qui, à l'état normal, contient trop peu d'électrons libres pour être le siège de phénomènes électriques.

En ce qui concerne particulièrement l'éther pur, il ne s'y produit ni phénomène magnétique, ce fluide se contentant de propager les ébranlements qu'il reçoit des électrons.

Il est vrai que *Maxwell* avait imaginé pour les diélectriques une constitution hautement fantaisiste à laquelle on ne fait même plus allusion aujourd'hui. Deux espèces d'éléments, d'après lui, constituent un diélectrique: des tourbillons moléculaires correspondant aux phénomènes magnétiques, des particules sphériques correspondant aux phénomènes électriques. Dans un champ magnétique, tous les tourbillons tournent dans le même sens autour d'axes parallèles, le mouvement se transmettant de l'un à l'autre sans changement de sens, par l'intermédiaire des particules sphériques précitées.

Avec cela, *Maxwell* explique qu'un courant électrique produit toujours simultanément deux champs: un champ magnétique dont les lignes de force sont des cercles normaux au courant sur lequel ils ont leurs centres, un champ électrique dont les lignes de force sont parallèles au courant.

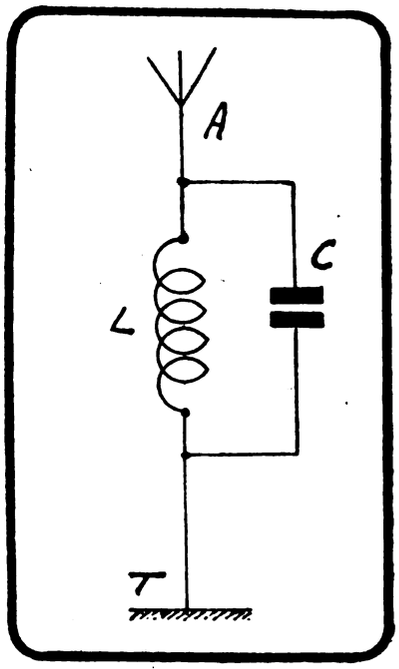


Fig. 3.

On comprend que *Lord Kelvin* se soit défié de l'efficacité de ce modèle d'éther, irréalisable d'ailleurs, et dont la conception compliquée tenait à cette erreur solidement enracinée même aujourd'hui dans les milieux savants, qu'il y a toujours deux champs distincts qu'on ne peut produire l'un sans l'autre: un champ magnétique suivant lequel s'oriente l'axe d'une aiguille aimantée, un champ électrique suivant lequel s'oriente un courant rectiligne.

J'ai consacré plusieurs articles à combattre cette croyance que des apparences ont pu justifier autrefois, mais à laquelle il serait opportun de renoncer: *Maxwell* y croyait il y a cinquante ans. Cela est regrettable étant donné l'ingéniosité qu'il a dépensé pour essayer de démontrer ou de justifier des idées erronées et qu'il eût mieux utilisée à d'autres recherches. Son prestige personnel a beaucoup contribué à maintenir dans nos programmes et nos ouvrages classiques des théories qui sont manifestement contraires aux faits récemment acquis.

En somme en partant d'un fait certain,

Digitized by Google

Maxwell avait fait des hypothèses erronées et élaboré une théorie sans aucune valeur scientifique qui l'avait conduit à des conclusions exactes. C'est en vérifiant ces conclusions que *Hertz* a réalisé les expériences célèbres qui ont permis à *Marconi* de créer la télégraphie sans fil.

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{M\frac{L}{T}}{\left(\frac{M}{L T^2}\right)} = L^2 T,$$

$$R = \frac{\left(\frac{M}{L T^2}\right)}{\left(\frac{M L}{T^2}\right)} = \frac{V}{L^2}, \quad L = M$$

Remplaçant dans la formule (7), il vient

$$\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{L^3 T} - \frac{1}{4 L^6}}}$$

Cette formule n'est évidemment pas homogène: elle est donc inexacte.

Il en est évidemment de même de la formule simplifiée

$$\tau = 2\pi \sqrt{LC} \quad (8)$$

Puisque *Maxwell* admettait et puisqu'il est reconnu que le diélectrique d'un condensateur se comporte comme une membranne élastique de surface S, d'épaisseur e et d'élasticité $E = \frac{1}{3}\,\delta . U^2$ d'ordre de grandeur $\frac{M}{L T^2}$

La masse d'électrons répandue sur la surface S étant L, la période vibratoire doit être

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{Le}{SE}} \quad (9)$$

Cette formule est homogène, et si l'on pose

$$C = \frac{S E}{e} \quad (10)$$

elle devient

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (11)$$

Parmi les erreurs les plus évidentes que l'on rencontre dans les ouvrages de *Maxwell*, comme d'ailleurs dans ceux de nombreux savants de son époque comme de la nôtre, je dois signaler ses allusions au *vide*: il parle en effet des valeurs dans le vide des coefficients K, K' et K'' des formules [1] *Coulomb* et de *Laplace*, comme s'il pouvait y avoir des attractions ou des répulsions à travers le vide; il parle aussi de la vitesse de la lumière dans le vide comme si un phénomène quelconque pouvait se propager dans un espace où il n'y a rien. Sans doute, par espace vide, il entend éther pur: mais cette absence de précision est de nature à dérouter les lecteurs non prévenus et elle nuit certainement beaucoup et à la précision et à la clarté de ses démonstrations.

Je demande à mes lecteurs de revenir encore sur la formule de *Thomson* relative à la période vibratoire d'un condensateur. Je n'ai pas à rappeler la façon ingénieuse dont il l'a établie et qui est naturellement connue de ceux que cette question intéresse.

Cette formule est la suivante:

$$\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4 L^2}}} \quad (7)$$

dans laquelle C est le rapport d'une quantité d'électricité Q à une tension (ou différence de potentiel) V, R le rapport d'une tension V à une intensité I (que j'ai montré être une pression), L une masse électronique (et non une self-induction comme on le dit improprement).

Or les ordres de grandeur des divers coefficients de cette formule sont les suivants:

La valeur de la capacité C (10) est d'ailleurs logique et objective puisqu'elle est nettement définie en fonction des caractéristiques du diélectrique, à savoir: sa surface S, son épaisseur e et son élasticité E. Il est possible que je me trompe: les applications pratiques que l'on fait de la formule (10) tiendrait à le prouver. *Je serais néanmoins heureux qu'un technicien qualifié m'en donne une démonstration que je m'empresserais de publier dans cette revue.*

Je dois faire remarquer que ma formule (11) explique simplement l'effet bien connu d'un condensateur pour modifier la longueur d'onde fondamentale d'une antenne.

On voit en effet que si l'on intercale un condensateur de capacité C sur une antenne A dont les électrons libres ont une masse L, la période $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{L}{C}}$ sera d'autant plus petite que la capacité C sera plus grande (Fig. 2)

Si le condensateur est en dérivation sur l'antenne (Fig. 3) et si l'on a placé sur cette antenne une bobine L pour l'accorder avec la longueur d'onde à recevoir, l'effet de la membrane élastique C est de combattre l'inertie L et par conséquent de faciliter les oscillations des électrons libres de l'antenne qui sont sollicités par le champ alternatif ambiant à osciller syncrhoniquement avec ce champ. On sera dans les meilleures conditions quand $2\pi \sqrt{\frac{L}{C}}$ sera égal à la période du champ ambiant.

Il va sans dire que la résistance du conducteur a pour effet de s'opposer à l'action du condensateur et que la formule (11) n'est à peu près exacte que lorsque la résistance est négligeable.

Quoi qu'il en soit, il me semble bien établi que, *dans l'éther pur*, les ébranlements périodiques très rapides, comme les ébranlements lumineux, doivent se propager comme ceux produits par les courants alternatifs des antennes à ondes courtes, moyennes ou longues: cette vitesse dépend uniquement de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther.

Dans un mélange d'éther et d'autres fluides dont la vitesse moléculaire est sensiblement plus faible, la vitesse de propagation est aussi plus petite et elle est d'autant plus faible que les chocs entre les molécules d'éther et les autres sont plus nombreux par seconde, c'est-à-dire que la fréquence des ébranlements périodiques est plus grande: dans l'atmosphère, les ondes longues doivent se propager plus vite que les ondes courtes et celles-ci plus vite que la lumière. Il semble qu'il soit possible de faire cette vérification.

Dans un conducteur, le milieu électronique est un mélange d'éther et d'électrons qui y sont beaucoup plus nombreux par unité de volume que dans l'air: la vitesse de propagation doit donc y être plus petite que dans l'air, aussi bien pour les courants continus qui occupent toute la section du conducteur, que pour les courants alternatifs qui n'affectent que la surface. Cette déduction est conforme aux nombreuses mesures directes qui ont été faites par divers expérimentateurs.

Général CARTIER.

Digitized by Google

L'Activité et les Conférences de la Société de Télévision britannique

par Léon DE LA FORGE

o o o o o o

La télévision a franchi, durant ces dernières années, des étapes décisives, mais elle paraît marquer un temps d'arrêt; c'est que le rythme de la progression scientifique est essentiellement spasmodique; quelques points qui étonnent le profane, de longs moments où l'obscurité du laboratoire est plus propice au travail.

On trouve ci-dessous, sous la plume autorisée de notre collaborateur Léon de la Force, l'analyse du développement de cette partie en Angleterre.

Il existe en Grande-Bretagne une Société de Télévision particulièrement active. Elle a été fondée le 7 septembre 1927.

Son but est multiple; elle l'expose elle-même ainsi:

a) l'étude de la télévision et de ses applications à la science appliquée à l'industrie;

b) la création d'un terrain d'intérêt commun pour les professionnels et les autres travailleurs intéressés aux recherches courantes relatives à la Télévision et aux sujets connexes; l'apport de facilités pour la publication de rapports et de sujets intéressants les membres de la Société;

c) l'encouragement à la formation de Centres locaux de la Société en province, pour que grâce aux relations sociales et aux discussions entre membres ces buts puissent facilement être atteints.

Elle comprend un membre honoraire, qui est l'inventeur de la télévision en Angleterre, Baird, dont le système vient d'entrer dans la phase de réalisation commerciale, et des membres et des associés.

L'un des membres les plus en vue et les plus actifs est certainement Sir Ambrox Fleming, l'inventeur de la lampe électronique.

Cette société publie une revue mensuelle *Television*, sous la direction de Sydney A. Moseley et de A. Dinsdale.

On peut suivre son activité grâce aux manifestations à laquelle elle se livre à chaque occasion, et aussi grâce aux conférences qu'elle donne régulièrement.

Tout récemment cette année, à l'occasion de l'exposition annuelle des sociétés de physique et d'optique de Londres, qui s'est tenue à l'Imperial Callege of Science Sir Ambrox Flemming a fait en une heure un exposé général de l'état actuel de la télévision, exposé que je recommande à tous ceux qui désirent se mettre rapidement au courant de cette importante et nouvelle question. Il a successivement passé en revue les différents principes qui trouvent leur application dans la télévision, et quoique nombre d'entre eux ne soient pas nouveaux, c'est la première fois qu'ils se trouvent mis en application ensemble; nous pourrons les nommer:

a) persistance de l'image rétinienne;

b) l'exploration lumineuse;

c) l'émission photo-électrique;

d) le rôle des bandes;

e) le synchronisme;

Nous en avons donné d'ailleurs un compte rendu en son temps.

Les conférences de la Société de Télévision ont évidemment un intérêt général; elles tiennent les membres de la Société au courant des progrès qui sont faits peu à peu.

Nous aurons donc intérêt à les parcourir à notre tour, pour être renseigné sur ce qui se fait en pays étranger, et comparer ce que nous avons déjà obtenu chez nous à ce que font nos amis et concurrents.

Bien des sujets peuvent être discutés et traités; sans remonter au delà du 1er janvier 1930, nous nous contenterons de donner un bref aperçu des trois conférences prononcées depuis, ce sont:

7 janvier 1930. — Les problèmes photographiques de la télégraphie des images. — par W. S. Newton. B. Sc. (Hono.) (*Television* n° 24 February 1930.)

4 février 1930. — La conductibilité photo-électrique du sélénium et des diverses autres substances, par Georges P. Barnard, Grad. I. E.E. (*Television* n° 15. March 1930).

18 mars 1930. — Adresse présidentielle prononcée par Sir Ambrox Fleming, M. A., D. Sc., F. R. S., à l'occasion de la seconde Assemblée annuelle, à l'University College, Garver Street, London. (*Television* n° 26, April 1930).

Nous allons examiner brièvement les compte rendus qu'en a donné *Television* dans ses numéros de février, mars et avril 1930.

I.

Les problèmes photographiques de la télégraphie des images.

par W. S. Newton.

L'auteur de cette étude se réfèrera d'une façon générale au système de transmission Bell, mais il indiquera les diffé-

Digitized by Google

rences que présentent le système Siemens et le système Belin, lorsque l'occasion s'en présentera.

La transmission.

Tout d'abord, il nous décrit l'appareil de transmission, je le cite:

« La photographie à transmettre est préparée sous la forme d'une photographie transparente de 7 pouces sur 5 pouces...

« Elle est montée sur un support cylindrique de 7 pouces de longueur, et le support est ensuite placé à un chariot, qui est solidaire d'un mécanisme à vis; le mécanisme tourne et le support avance le long de son axe à chaque tour.

« L'image d'une petite fente rectangulaire, brillamment illuminée, est mise au point sur la pellicule, la lumière transmise est proportionnelle à la densité du film.

« Cette lumière éclaire la fenêtre d'une cellule photoélectrique au potassium et les changements d'intensité de l'éclairage produisent un changement correspondant dans le courant d'électrons.

« Le courant d'électrons traverse une forte impédance et la chute de voltage agit sur la grille d'un amplificateur à trois lampes dont la dernière lampe est soumise à une fréquence de 1.300 cycles par seconde provenant d'un oscillateur à lampe, de sorte que le courant de sortie de l'oscillateur est modulé par les pulsations du courant provenant de la cellule photoélectrique.

« La tache lumineuse a la même largeur que le pas de la vis conductrice, c'est-à-dire 0,01 pouce de sorte que toute l'image est explosée sous la forme de fines bandes et les différentes densités du film sont exprimées comme modulation de l'onde porteuse de 1.300 cycles.

« Le courant porteur est amplifié, et transmis par une ligne téléphonique, qui convient à la bande de fréquences, produites par la modulation. »

Dans le système Siemens et dans le système Belin, la fréquence du courant porteur est obtenue au moyen d'un disque percé de trous et tournant; dans les deux systèmes, on utilise la réflexion de la lumière sur l'image à transmettre; la lumière réfléchie agit sur la cellule photoélectrique.

Réception.

Dans le système Bell, le courant reçu est filtré et amplifié, puis vient actionner une *coupole lumineuse*, qui consiste essentiellement en un ruban tendu dans le champ magnétique d'une bobine, c'est cette bobine qui reçoit le courant transmis. La lumière issue d'une lampe est mise au point sur une petite fente, mais tant que le ruban ne vibre pas sa propagation ultérieure est coupée; quand le ruban vibre, un jeu de mâchoire alors actionné laisse passer alors la lumière, mais on règle le ruban pour que l'amplitude de ses vibrations soit proportionnelle à la modulation produite dans le courant de la cellule photoélectrique.

Une intensité lumineuse variable va donc impressionner une pellicule photographique sensible, enroulée sur un cylindre qui se meut en synchronisme avec celui de l'appareil d'émission.

Dans le système Siemens la lumière doit traverser des prismes de Nicolo disposés de telle sorte que la quantité de lumière qui passe varie comme l'impression reçue au départ.

Dans le système Belin, c'est sur les variations d'oscillation d'un oscillographe réflecteur de lumière que le courant agit.

Synchronisation.

Le problème est double; d'une part il faut que les cylindres porteurs à l'émission comme à la réception tournent très exactement à la même vitesse; d'autre part, il faut qu'ils partent ensemble.

Ce double problème est résolu de manière bien différente dans les trois cas.

Dans le système Bell, un diapason de 60 vibrations assure la régularité du moteur du poste transmetteur, et interrompt également le courant de sortie d'un oscillateur à 490 cycles par seconde, qui est mis sur la ligne au moyen d'un filtre; ce courant est redressé à son arrivée, et fait fonctionner un relai qui commande l'arrivée de courant à un diapason semblable. Le départ en phase des deux moteurs est assuré par un dispositif électro-mécanique.

Dans le système Siemens, l'allure des moteurs est commandée par deux diapasons semblables dits thermostatiques. Les deux diapasons sont indépendants, mais on peut comparer leurs vibrations par la méthode stroboscopique, les utilisant la ligne de transmission.

Pour assurer le repérage de phase des deux cylindres porteurs, une tache lumineuse blanche est transmise à chaque tour.

Dans le système Belin, un relai fait partir les deux cylindres au même instant; les moteurs sont réglés par des diapasons à 30 vibrations par seconde.

Reproduction photographique.

Dans une transmission d'images, il importe qu'à la réception l'image reste bien définie; or, l'expérience montre que l'œil est capable de distinguer les solutions de transmissions, s'il y a moins de 75 lignes au pouce. D'autre part si l'on voulait transmettre des images avec plus de 100 lignes au pouce, il faudrait avoir recours à des engrenages, ce qui diminuerait assez fortement la vitesse, on s'est arrêté dans le système Bell à un chiffre de 100 lignes au pouce, la largeur de la ligne est donc de 0,01 de pouce; la tache lumineuse d'exploration aura $0{,}01 \times 0{,}0075$ pouces; la vitesse linéaire de transmission sera de 8,25 pouces par seconde à 90 tours.

L'auteur examine ensuite les questions de fréquence de modulations, de recouvrement des lignes, des flous, etc.

Les problèmes photographiques.

« Le but de la transmission des images est de produire une photographie transmise, qui ait l'exacte graduation de ton de la photographie originale », dit le conférencier.

Il montre qu'à l'extrémité de réception, que le rapport du pourcentage de lumière envoyée sur le film sensible au pourcentage de courant reçu, consitue une des caractéristiques des appareils.

Il définit certains termes dont il aura besoin et qui sont:

1° Transmission $=$ $\dfrac{\text{Lumière transmise ou réfléchie}}{\text{Lumière incidente}}$

2° Opacité $=$ $\dfrac{\text{I}}{\text{Transmission}}$

3° Densité $= \text{Log}_{10}$ opacité

4° Log E $= \text{Log}_{10}$ du pourcentage de la lumière réfléchie ou transmise en faisant l'exposition.

Il discute ensuite avec l'aide de ces termes les conditions de la transmission photographique, il montre quelles courbes caractéristiques on peut tracer et quelles sont les conditions favorables à remplir. Il fait remarquer que lorsqu'on transmet un négatif. on reçoit un positif, et inversement. Il montre aussi que l'opérateur de transmission ne voyant pas l'image reçue, il doit pouvoir compter sur des qualités standards de sensibilité des films, de développement, etc.

Réception d'un négatif.

Il passe ensuite à la réception d'un négatif, l'image mise sur le cylindre porteur du poste de transmission étant un positif, c'est-à-dire l'image que l'on a le plus couramment à sa disposition.

Le positif reçu.

Mais quand il s'agit des applications de la transmission des images à la presse,

Digitized by Google

application qui ont été jusqu'ici les plus nombreuses et qui d'ailleurs ne cessent de se multiplier, la question de temps intervient. D'une façon générale on transmet un positif et l'on reçoit un négatif, il faut donc au départ, lorsqu'on vient de photographier par exemple un événement sportif, obtenir une transparence positive, qui sera placée sur le cylindre de transmission, et à la réception on aura une image négative.

Depuis quelque temps, et afin d'abréger les opérations, on a supprimé et le tirage de la transparence positive, et l'impression du négatif reçu.

Le film négatif est directement transmis et l'image positive reçue envoyée immédiatement à l'atelier de tirage du journal.

On a été plus loin encore et l'on a cherché à obtenir une épreuve directement sur papier à la réception; ceci présente un certain avantage au point de vue des retouches, et l'on a été surpris du bon résultat des expériences, meilleur certes qu'on ne pouvait s'y attendre.

Ajoutons que la photographie des images est aujourd'hui un procédé couramment employé par les grands journaux; un réseau et un service d'appareils transmetteurs ont été mis en service à travers l'Europe.

II.

La conductibilité photo-électrique du sélénium et de diverses autres substances

par Georges P. Barnard.

(*Television* n° 25. March 1930)

L'intérêt de cette conférence provient de ce que le sujet traité est d'importance fondamentale en télévision, c'est bien la conductibilité photo-électrique du sélénium qui a permis à la télévision de se réaliser; aussi si l'auteur nous rappelle un certain nombre de propriétés connues, du moins nous présente-t-il la question dans son ensemble, et n'hésite-t-il pas à nous déclarer que bien des points restent obscurs, et que des espérances et des hypothèses sont encore nécessaires.

Nous suivrons donc l'auteur dans son exposé.

I. *Introduction.*

L'auteur énumère les liens qui unissent le sélénium et la télévision, et il n'est pas loin d'admettre que l'histoire de la télévision pourrait bien commencer avec la découverte de la sensibilité du sélénium à la lumière, par Willoughby Smith en 1873.

Certes, les cellules photo-électriques ont pris la place des cellules au sélénium, en télévision, mais ceci ne prouve pas que l'on ait tiré tout ce que l'on pouvait de la cellule au sélénium, et le mieux est d'en rechercher les propriétés physiques; d'autre part le phénomène de photo-conductivité n'est pas spécial au sélénium d'autres substances en jouissent également.

II. *Propriétés observée de sensibilité à la lumière du sélénium et de diverses autres substances.*

La découverte fondamentale fut celle de la variation du sélénium sous l'influence de la lumière; aujourd'hui, cette propriété a été trouvée appartenir à la plupart des solides demi-conducteurs; mais les facteurs agissant n'ont pas tous été justement interprétés.

L'appareil qui sert à étudier cette propriété s'appelle la *cellule de sélénium;* il est essentiellement composé de deux plaques métalliques entre lesquelles est enfermé une bande de sélénium.

Les cellules se répartissent en deux classes :

a) « celles dans lesquelles l'éclairage se fait dans une direction perpendiculaire à celle dans laquelle la résistance est mesurée.

b) « celles dans lesquelles l'éclairage se fait dans une direction parallèle à celle dans laquelle la résistance est mesurée.» (Op. cit.)

Avant d'être mis dans ces cellules le sélénium a subi une préparation, qui a consisté à le maintenir pendant plusieurs heures à une température de quelques degrés inférieurs à celle du point de fusion (220° C.), et dont la raison n'est pas encore bien déterminée, en tous cas, le fait est que sa sensibilité à la lumière est devenue beaucoup plus grande.

Mais un point aussi est net, c'est que le sélénium ainsi préparé n'est pas homogène, il est « une conglomération hétérogène de fins cristaux », et c'est ce manque d'homogénéité, qui fait que les résultats des études ne sont pas aussi complets et constants qu'on aurait pu le désirer.

⁂

Retenons d'autre part les deux propriétés suivantes que l'auteur met en évidence.

a) « Le rapport des résistances d'une cellule au sélénium dans l'obscurité sous l'effet de l lumière est une fonction de la résistance dans l'obscurité ».

b « De récentes expériences ont montré que pour des conditions expérimentales définies, la variation de conductibilité G est dans chaque cas directement proportionnelle à une certaine puissance de l'éclairage E. »

La valeur de cette puissance est constante pendant plusieurs mois pour une même cellule.

⁂

L'inertie de la cellule a été étudiée d'une façon particulièrement sérieuse en raison de l'intérêt pratique pour les applications; il faut un certain temps, parfois plusieurs heures pour que la cellule atteigne son maximum de conductibilité à la lumière, son minimum lorsqu'elle est plongée dans l'obscurité.

Les tentatives d'explications, basées sur une analogie avec l'ionisation des gaz, ne se sont pas montrés fécondes jusqu'à présent.

⁂

Un autre point, également important au point de vue pratique est celui de la réaction à l'excitation. Aussi bien pour le sélénium que pour les substances sensibles à la lumière — et l'auteur en cite une vingtaine — l'effet dépend des conditions même de l'expérience et il n'a pas été possible de tracer vraiment une courbe caractéristique des phénomènes.

⁂

L'auteur cite encore quelques propriétés.

La diminution de résistance peut être produite:

a) par une augmentation du voltage appliqué ;

b) par une augmentation de la température;

c) par l'application d'une pression mécanique.

II.

Physique de la photo-conductibilité.

Dans la seconde partie de sa conférence l'auteur recherche les explications physiques des phénomènes observés.

A quoi peut être bien due cette propriété de photo-conductibilité?

La lumière qui est dirigée sur le sélénium et absorbée par lui aurait pour effet de libérer des charges électriques: mais, il faudrait en outre un travail supplémentaire pour que ces charges électriques libérées ultérieurement puissent donner lieu à un courant d'électrons; qui doit fournir ce travail? On n'a pas encore donné de réponse à cette question.

On peut remarquer toutefois qu'un autre point bien établi est que toutes les subs-

Digitized by Google

tances qui donnent lieu aux mêmes effets de photo-conductibilité ont un indice de réfraction supérieur à 2, toutes sauf une, la Willemite (2 n² 50). dont l'indice est égal à 1,7; mais cette exception suffit peut-être à faire écarter l'hypothèse d'une liaison entre la valeur de l'indice de réfraction et le phénomène lui-même.

⁂

Mr. George P. Barnard passe ensuite à une tentative d'application de la thèse des quanta, aux phénomènes de photo-conductibilité.

⁂

Mais il montre aussitôt que le « nombre d'électrons libérés intérieurement par l'action photo-électrique de la lumière absorbée, d'après la règle de quanta, est, pris seul, insuffisant pour rendre compte de l'augmentation de conductibilité observée dans les cellules au sélénium. » (op. cit.)

Et il examine ensuite les diverses hypothèses faites par Bragg, Kapitza, Ehrenfest et Heaps.

⁂

Il s'arrête un peu plus longuement sur l'opinion de Gudden et Pohl, qui pensent que l'effet secondaire seul observé dans les cellules de sélénium, et qui est dû à la libération première des électrons, est de réduire la résistance des circuits conducteurs à l'intérieur des cellules, et aux hypothèses de Joffé sur les mouvements des coins libres à l'intérieur des cristaux.

Dans un nouveau chapitre de sa conférence l'auteur passe à l'étude des effets de photo-conductibilité dans les cristaux colorés, phénomènes qui ont été particulièrement suivis en Allemagne et en Russie.

Si l'on soumet un cristal de sel gemme à l'action des rayons X, on constate qu'il prend une coloration brune, et que d'autre part il est sensible à la lumière, et l'absorbe. Le même phénomène est observé avec certains autres cristaux. Joffé a pu conserver un cristal dans l'obscurité, et 2 ans après, il possédait encore une coloration brune, bien que l'effet ne cesse d'aller en s'atténuant.

Gudden et Pohl ont observé par contre une perte de sensibilité des cristaux au bout de quelques secondes.

Enfin d'autres phénomènes dans le détail desquels nous ne pouvons entrer ont été observés, en particulier une certaine correspondance entre la photo-conductivité et la phosphorescence.

⁂

Enfin l'auteur termine par quelques considérations sur l'effet des traces d'impureté dans les cristaux.

⁂

Cette conférence a bien mis en valeur la difficulté du problème actuel, et des tentatives actuelles d'explication des phénomènes de photo-conductibilité des cellules au sélénium, et cependant il est indispensable d'arriver à leur intelligence si l'on veut être fixé sur le sort réservé aux cellules de sélénium pour la télévision; doivent-elles être rejetées comme définitivement impropres, ou au contraire, les difficultés d'emploi qu'elles présentent peuvent-elles être surmontées et annihilées.

III.

Adresse présidentielle prononcée par Sir Ambrox Flemming.

(*Television* n° 26 April 1930)

L'adresse présidentielle prononcée par Sir Ambrox Flemming à la séance annuelle de la société de Télévision britannique, le 18 mars 1930, a tenu lieu de conférence mensuelle; elle en diffère cependant par la manière dont son sujet a été traité, et par la variété même du sujet.

Sir Ambrox Flemming a d'abord et d'une façon générale tenu à rendre hommage au génie inventeur de ses compatriotes, qui bien souvent, a-t-il dit, ont eu les premières idées, idées qui dans la suite furent surtout exploitées à l'étranger.

Il s'est arrêté sur la préparation du centenaire de Faraday, et à ce propos a défini les deux étapes caractéristiques d'une invention; la première est la naissance de l'idée et sa réalisation pratique d'une façon rudimentaire, la seconde est celle du perfectionnement technique, qui va en permettre l'application publique.

Partant de ce point de vue, il a examiné comment l'invention était protégée et cela lui a donné l'occasion de faire un bref exposé du système de brevets actuellement en vigueur.

Il s'est étendu sur le système de recherches, qui a été institué en grande partie en suivant les idées qu'il avait exprimées dès 1885 daus un document lu devant le société des Ingénieurs et Electriciens des Télégraphes, et où il montrait la nécessité d'un laboratoire national pour les instruments de mesures électriques.

Il existe aujourd'hui en Grande-Bretagne un Department of Scientific and Industrial Receardch, qui a de multiples branches.

Il passe ensuite à l'examen de l'histoire de certaines inventions d'origine britannique, mais qui furent mises en pratique souvent par l'étranger; telles par exemple que l'alliage avec lequel on fait les fils qui recouvrent les câbles transatlantiques et qui permet une transmission plus rapide et plus active par câbles sous-marins.

Il se demande alors quels peuvent être les avantages et les inconvénients de la nationalisation, pour employer un terme moderne, des organismes de recherches ou de production.

Il termine enfin par quelques considérations sur les possibilités de la cellule Kerr, en télévision, et sur le rôle de l'amateur dans l'avancement des sciences.

La Société de Télévision britannique a donc pris place à côté des grandes sociétés scientifiques de Grande-Bretagne; elle est toute jeune, comme la télévision elle-même, mais ses recherches, ses réunions, ses conférences forment une excellente préparation du public au perfectionnement de la télévision.

Léon de la Forge

Digitized by Google

Rôle actuel de l'Electricité en Thérapeutique

par le Docteur Paul COLOMBIER, Médecin-Radiologiste de l'Hôtel-Dieu

L'APPLICATION de l'électricité à l'art de guérir n'est pas récente: les premières tentatives remontent au milieu du XVIIIe siècle et furent plutôt des expériences de laboratoire faites avec des appareils statiques. Plus tard, la fameuse expérience de Galvani ouvrit la voie à des études physiologiques d'un autre ordre.

Malheureusement, au début, toutes ces trouvailles de l'action de l'électricité sur l'homme ou sur les animaux furent surtout exploitées, à titre de spectacles, par des individus à l'esprit plutôt commercial que scientifique.

Les badauds faisaient des expériences
Où l'on voyait la foule en pantalons courts
On tirait des étincelles avec ignorance
Et on risquait d'être foudroyé du coup.

(Francis Jammes.)

Les premiers essais sérieux d'électrothérapie furent accueillis par le monde médical avec un certain scepticisme et c'est ce qui explique la méfiance avec laquelle on écouta, plus tard, l'exposé des recherches du grand précurseur que fut Duchenne (de Boulogne). Aujourd'hui encore, il n'est pas rare de rencontrer chez de vieux praticiens une certaine hostilité contre ces méthodes de traitement que l'on n'enseignait pas « de leur temps » et qu'ils s'obstinent à ne pas vouloir admettre.

Pourtant la valeur thérapeutique de l'électricité s'affirme chaque jour davantage, à mesure que se précisent les méthodes et que se perfectionne le matériel. S'il y a encore quelques hésitations, quelques objections à l'emploi de l'électricité dans certaines branches de la médecine, elles ne sont pas dues à l'insuffisance de la méthode, mais uniquement à sa mauvaise utilisation.

L'électrothérapie n'est pas une méthode simple; elle comporte des formes, des modalités extrêmement variées et il est indispensable que le praticien sache bien choisir celle qui convient, s'il veut obtenir le résultat désiré. Cette notion est si simple qu'on ne devrait même pas se donner la peine de l'exprimer et c'est pourtant de son ignorance que proviennent la très grande majorité des échecs de l'électrothérapie: employer une forme de courant à la place d'une autre, ou bien utiliser la méthode électrique qui n'est pas indiquée est une erreur peut-être plus importante que celle que commet un médecin en donnant un médicament pour un autre.

Les ressources thérapeutiques de l'électricité sont innombrables et il suffit pour s'en rendre compte de consulter la table des matières d'un traité d'électrothérapie. Il est peu d'affections organiques ou fonctionnelles qui ne relèvent d'une modalité du courant électrique; il n'y a pas une branche de la médecine où l'électricité ne trouve son utilisation, soit comme moyen de diagnostic, soit comme agent thérapeutique. Il n'y a guère qu'en obstétrique que jusqu'à présent on ait un peu dédaigné les services que peut rendre l'électricité, mais le jour n'est pas loin, pensons-nous, où les accoucheurs auront recours à des modalités électriques, comme la haute fréquence, par exemple, pour faciliter certaines opérations.

Il ne nous est pas possible de passer en revue le détail de toutes les applications thérapeutiques de l'électricité: nous reviendrons, au cours d'articles ultérieurs, sur certains traitements choisis parmi les plus efficaces et parmi les plus récemment étudiés. Nous nous contenterons aujourd'hui d'affirmer la valeur curative de l'électricité et de voir dans cette méthode l'agent thérapeutique le plus puissant de l'avenir.

L'électrothérapie est une méthode qui a fait ses preuves depuis longtemps. On a déjà oublié les discussions qui agitaient le monde médical, il y a une cinquantaine d'années, sur l'action du courant électrique et on s'étonne aujourd'hui d'apprendre que des esprits scientifiques éclairés ne voyaient dans l'effet du traitement électrique que le résultat de la suggestion. La valeur curative de l'électricité est désormais indéniable: les observations innombrables, les travaux et expériences de laboratoire donnent à la méthode une valeur exceptionnelle. Il ne fait de doute pour personne que dans certaines affections de la peau, dans certaines affections nerveuses, dans des troubles musculaires ou articulaires, aucune méthode thérapeutique n'est supérieure au traitement électrique.

La diathermie donne dans toute une catégorie d'affections très variées des résultats inespérés, auxquels on était loin de s'attendre avant l'application de ce mode de traitement.

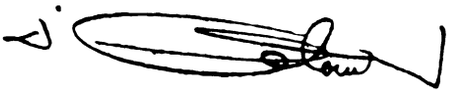
L'électrolyse, l'ionisation, la diathermo-coagulation, les diverses formes du courant électrique sont des auxiliaires thérapeutiques que rien ne peut remplacer.

Plus nous avançons dans l'étude de l'électricité appliquée à la médecine, plus nous nous rendons compte de la place prépondérante qu'elle prendra dans la médecine de l'avenir. Sans vouloir supplanter les méthodes anciennes qui garderont toujours leurs indications bien établies, on verra peu à peu la thérapeutique s'adresser davantage aux agents physiques. Déjà nous voyons une quantité d'affections douloureuses, telles que la sciatique, le torticolis, le lumbago, etc. être calmées d'une façon rapide et durable par des applications électriques, à l'exclusion de tout agent médicamenteux. D'autres troubles comme le coryza, ou d'autres plus graves comme certaines affections ovariennes sont traités efficacement par la diathermie, sans parler des troubles d'origine sympathique sur lesquels les agents physiques agissent souvent mieux que les médicaments.

Tout cela est d'acquisition relativement récente, mais nous fait entrevoir une extension considérable de l'électricité dans tous les domaines pathologiques. Tout progrès électrique dans ce sens fait rétrocéder l'emploi des produits pharmacologiques. Cela ne signifie pas que nous verrons disparaître un jour l'arsenal médicamenteux; non, les deux méthodes se juxtaposeront sans se nuire, mais dans bien des cas l'espèce humaine trouvera avantage à remplacer par d'inoffensifs agents physiques les stupéfiants qui souvent ne compensaient pas par leur action bienfaisante les troubles qu'ils créaient.

C'est dans le domaine de l'anesthésie que l'électricité aura, pensons-nous, un très brillant avenir. On connaît déjà l'action analgésiante des courants de haute fréquence et des rayons X; les infra-rouges ont aussi un effet analogue. Déjà, en art dentaire, on est parvenu à provoquer l'anesthésie par des courants de haute fréquence et de haute tension. Tout cela nous fait espérer que l'on arrivera, dans un avenir prochain, à supprimer plus complètement la douleur par l'emploi exclusif de moyens physiques. On y suppléera ainsi, pour le plus grand bien de l'espèce humaine, aux moyens actuels d'anesthésie. Si l'on peut remplacer la morphine par un courant électrique, le gros écueil de la toxicomanie sera tourné, et si l'on arrive, ce qui n'est pas impossible, à l'anesthésie opératoire on évitera des complications toxiques toujours à redouter.

La part de l'électricité en médecine, qui depuis quelques années prend une importance considérable, semble donc vouloir s'étendre encore. Si l'on songe aux progrès réalisés dans les vingt dernières années, on se rendra compte qu'il y avait une lacune importante à combler mais nous sommes encore en pleine évolution et il reste beaucoup d'intéressants problèmes à solutionner.



Digitized by Google

Le problème des enroulements

par Pierre OLINET, Ingénieur E. S. E.

L'enroulement joue un rôle essentiel dans la science des oscillations à haute fréquence; c'est un composant qui pousse le coefficient de self induction. Tout dans les circuits oscillants que dans les filtres, il y a là un point particulièrement remarquable.

Différentes études sont relatives à cette partie: les unes comportant l'exposé de la constante de temps et de l'amortissement; elle trouvera sa place ici même dans un prochain numéro.

Une autre serait intéressante: au sujet du dimensionnement des self-inductances, il y aurait de nombreuses choses à dire. Traduites sous la forme d'abaques, elles seront soumises à l'approbation du lecteur dans ce numéro 77.

Mais il importe aussi de bien se rendre compte des conditions essentielles qui président a l'établissement des enroulements. L'auteur, dans les lignes que l'on va lire, s'efforcera d'arriver à des conclusions pratiques en ce qui concerne les enroulements à noyau de fer.

GENERALITES

DANS les données relatives aux enroulements à noyau de fer établis sans aucune donnée pratique (rebobinage d'un circuit magnétique, utilisation de la carcasse d'une ancienne machine, etc.), différentes considérations trouvent place qui méritent qu'on s'y attarde un peu.

Les données essentielle dont on dispose dans chaque cas sont obligatoirement:

1° Le coefficient de self-induction qui doit être réalisé pour un débit donné dans le fil de l'enroulement;

2° Le débit lui-même qui conditionne le diamètre du fil (on trouvera dans le prochain numéro une abaque à ce sujet).

3° Les qualités du fer constituant le noyau — remarques suivantes importantes — J'avoue d'ailleurs que dès qu'on sort du domaine normal, il est extrêmement difficile de se procurer ces renseignements dans l'industrie française car la gamme d'induction étudiée par les constructeurs est trop étroite pour les besoins qui nous préoccupent.

Accessoirement, on peut encore trouver comme données:

1) une limite d'échauffement à ne pas dépasser, et

2) une résistance d'enroulement maxima ou une chute de tension à ne pas atteindre dans cet organe.

REMARQUES SUR LE FER

Les bobines que j'ai en vue actuellement sont relatives à deux catégories:

a) transformateur acoustique ou à fréquence du secteur;

b) bobines de filtre.

Les bobines de choc à fréquence audible rentrent évidemment dans la première catégorie.

Deux considérations essentielles sont à la base de ces remarques:

1° D'une part dès qu'on a affaire à des courants alternatifs il faut par suite de la naissance des courants de Foucault, employer des noyaux feuilletés. Ceci est à la base de la réalisation de cette partie. Donc la donnée essentielle consiste dans les pertes à la fréquence considérée. C'est là l'élément qui doit être certainement en vue de celui qui éalise un tel système.

On trouve, en général, les données relatives à une fréquence de cinquante périodes par seconde; j'ai donné plusieurs fois des formules permettant, en fonction de cette valeur, de trouver les pertes à une fréquence quelconque, tout au moins dans une certaine gamme. Il me paraît donc inutile d'y revenir.

On se souviendra seulement que les pertes diminuent avec la fréquence des courants qui parcourent l'enroulement et ceci est essentiel quand on a affaire à des courants d'alimentation à fréquence musicale.

2° D'autre part, quand on envisage les enroulements des bobines de filtre, il me semble qu'on fait actuellement de grosses erreurs.

En effet, que leur demande-t-on? Evidemment, de par la définition de leur rôle, d'opposer le plus grand obstacle possible au passage du courant alternatif qu'il s'agit d'éliminer du courant incident. Or, on commence par feuilleter le noyau des enroulements qu'on utilise dans ce but... pour diminuer les pertes en courant alternatif qu'on voulait attaquer.

Pourquoi ne pas employer, pour constituer les bobines de choc des circuits filtreurs, des enroulements à noyau massif? On n'a en vue que le passage du courant continu; et pourtant, tous les constructeurs du monde agissent de même. J'avoue n'avoir pas encore pu saisir pourquoi.

Dans le cas présent, les pertes sont non seulement les moins importantes mais encore, quelque paradoxal que ceci puisse paraître, je soutiendrai qu'il y a avantage à les augmenter le plus possible. Ceci revient en effet, à accroître la résistance apparente du circuit d'utilisation, mais du point de vue uniquement du courant alternatif et cela d'autant plus que la fréquence est plus élevée.

Dans ces conditions, ce qui importe avant tout est d'obtenir une perméabilité élevée; c'est en effet, alors que pour un courant, d'où une induction donnée, le champ obtenu est maximum.

On peut donc, de suite, résumer les conditions essentielles que doivent remplir, à mon avis, les noyaux des enroulements, en tenant compte du rôle qu'on leur demande de tenir sont:

1° pour les transformateurs: noyaux feuilletés, faibles pertes;

2° pour les bobines de choc: noyaux pleins, perméabilité élevée.

Comme je pense que le lecteur qui m'aura fait l'honneur de lire ces quelques lignes sera un peu surpris, je voudrais pré-

Digitized by Google

ciser ma pensée au sujet de la seconde conclusion. Mais la place me manque ici et il sera satisfait sous peu par une étude complète.

REMARQUES SUR LE FIL DE L'ENROULEMENT

Mais, si les conclusions que je viens de tirer au sujet des noyaux de fer, ont dû quelque peu troubler les assises des connaissances du lecteur, il m'excusera d'aller encore plus avant dans cette voie en étudiant rapidement, car sous très peu, une chronique mensuelle sur la question prendra place dans ces colones: les conditions à remplir par les enroulements.

Là encore, on me permettra de ne pas être tout à fait de l'avis de M. Tout le monde. En ne faisant absolument aucune hypothèse préalable sur la nature du fil employé, on admettra bien qu'il y a eu fort peu de tentatives pour remplacer le sacro-saint fil de cuivre par un autre métal. Pourquoi, comme on le montrera sous peu dans ces colonnes, l'aluminium semble bien présenter des intérêts, mais ceci étant encore du domaine des possibilités seulement, je ne cite le cas que pour mémoire.

Ouand on envisage le problème du fil, deux questions interviennent, en partant du principe que celui-ci est en cuivre; ce sont:

1° le diamètre à lui donner pour qu'il puisse supporter le courant qu'on veut lui faire encaisser;

2° l'isolement nécessaire par suite de la tension créée entre chaque fil jointif.

Ces deux questions sont intégralement liées à la forme choisie pour le bobinage. Et c'est là le but de cet article. Quelle est la forme la mieux appropriée aux différentes contingences?

On peut, du point de vue qui nous intéresse dans ce paragraphe, tirer déjà certaines conclusions.

Enfin, en partant de la valeur connue de la surface du fil, on peut se demander comment il vaut mieux la réaliser. Au point de vue pratique, le fil circulaire est intéressant car

1° il est le plus courant dans l'industrie;

2° il offre pour une surface donnée, la plus grande surface extérieure, ce qui assure au mieux le refroidissement.

Par contre, de très simples raisonnements, que le lecteur rétablira de suite, on conclut que:

1° le fil carré est celui qui assure la meilleure utilisation de la section du bobinage;

2° la bande de cuivre bobinée de telle sorte que la plus grande dimension soit perpendiculaire au sens d'enroulement, ce qui est la manière la plus aisée d'employer un tel conducteur, assure une bonne répartition du courant et de l'isolement mais n'est pas favorable au refroidissement, la chaleur produite dans les couches internes trouvant difficilement un chemin pour s'échapper;

3° la bande placée perpendiculairement au noyau — procédé très délicat si on ne dispose pas des moyens nécessaires — est intéressante pour le refroidissement (formant un ensemble comparable à celui des moteurs à explosion à ailettes).

On tiendra compte dans ceci que le travail mécanique que l'on fait subir au conducteur influe sur ses propriétés électriques, principalement dans ce troisième cas. Il est donc bon de comprimer les calculs par des mesures une fois que l'enroulement est terminé.

Mais ceci n'est pas tout et une suite rapide de raisonnements aisés conduit, au sujet de l'isolement, aux conclusions suivantes:

1) évidemment, celui-ci doit être d'autant plus soigné que la tension produite entre spires est plus importante.

Ceci impose:

a) que l'enroulement soit le plus régulier possible de manière que les spires jusxtaposées soient aussi rapprochées que possible;

b) que la longueur moyenne de la spire soit aussi petite que possible pour que les différents de tension soient réduits.

Cette dernière remarque conduirait à un noyau de fer petit et à un enroulement de faible diamètre. Ceci correspond mal à un coefficient de bonne utilisation du fer.

Mais ce n'est pas tout.

2) L'épaisseur de l'isolant, contrairement à une opinion trop souvent méconnue, est essentiellement fonction de la nature de la matière utilisée à le réaliser.

Le point essentiel dans ce cas est la tension d'éclatement qui assure le percement d'une matière donnée. On peut transposer cette donnée en la traduisant en résistivité en mégohms pour une longueur d'un centimètre et une surface d'un centimètre carré.

Quelques valeurs ci-dessous préciseront cette question:

Ebonite	28.10^9
Verre ordinaire	91.10^6
Caoutchouc	de 4.10^9 à 40.10^9
Air sec	infini.
Mica	1.10^6
Paraffine	3.10^9
Bois naturel.	6.10^8

De ces quelques données. on conclura de suite au point de vue pratique que:

a) il faut tenir compte, en plus, des conditions de modification avec la température de ces différentes matières; vous donner les points de fusion ou d'ébullition me conduirait certainement beaucoup trop loin.

Pourtant, de ce point de vue, il est certain qu'il y a avantage à se servir de corps très stables et non de ceux qui passent d'un état à l'autre pour une température de l'ordre de celle que l'atmosphère peut imposer.

Ceci exclue la parafine... sauf dans les pays arctiques.

b) On constate rapidement que l'air est le meilleur isolant connu, si on lui maintient un degré de siccité suffisant.

Pratiquement, sauf en haute fréquence, il est absolument impossible de réaliser un enroulement qui comporte seulement l'air comme isolant.

De ces différentes données nous allons pouvoir commencer à tirer des conclusions pour l'examen de notre problème.

LES DONNEES DU PROBLEME

Ayant en mains les valeurs relatives au fil et à l'isolement, connaissant les données du fer au point de vue magnétique, il nous est maintenant loisible de nous occuper de la forme de l'enroulement lui-même.

Le coefficient de self-induction d'un enroulement est donné, dans le cas actuel, par la formule suivante:

$$L = \frac{NS}{I_0} B_0 \ 10\text{-}8$$

expression dans laquelle:

L est exprimée en heures,

n est le nombre de tours de l'enroulement,

s la surface droite du circuit magnétique,

i_0 l'intensité du courant en ampères,

B_0 l'induction en gauss.

on se souvient que l'induction B_0 est définie par $B_0 = \mu H_0$, μ étant la fermiabilité magnétique dans les conditions de fonctionnement envisagées: H_0 le champ en gauss.

On a aussi d'autre part, en employant des formules connues,

$$l H_0 = 1{,}25 \ N \ I_0$$

expression dans laquelle l est la longueur moyenne du circuit magnétique.

On conclut de la combinaison de ces différentes questions que:

Digitized by Google

I° le volume du circuit magnétique est:

$$V_f = ls = 1{,}25 \frac{L I_0^2}{M H_0^2} 10^8 = 1{,}25 \frac{L I_0^2}{B_0^2} 10^8$$

2° celui du cuivre — ou plus exactement de la totalité de l'enroulement, car il faut faire rentrer dans cela l'isolement:

$$V_c = f(s) \ ;$$

suivant la forme de la section droite, le volume du cuivre varie.

Une étude approfondie montrerait que les volumes ci-dessus considérés deviennent minima pour une certaine valeur du champ en même temps. C'est la meilleure valeur à adopter.

Ce n'est point là que je voulais en arriver. En effet, cette question a été maintes fois traitée ici et ailleurs et ne présente à mes yeux qu'un intérêt tout à fait restreint pour les gens qui ne sont pas constructeurs.

Ce qui m'intéresse beaucoup plus c'est de mettre au point un certain nombre de considérations relatives à la mauvaise interprétation de certaine formule. En la supposant applicable à une grande partie des cas pratiques — ce qui est exact — elle montre que le coefficient de self induction varie comme le produit $\mu \times \frac{l}{J}$

D'aucuns ont eu tendance à raisonner comme suit; j'insiste un peu car on trouve là un exemple frappant de l'état d'esprit que la lecture de la correspondance que nous recevons révèle chez bon nombre de nos lecteurs. La perméabilité μ est une constante dans toute cette affaire... Donc, le coefficient de self induction d'un enroulement est d'autant plus élevé que sa section étant plus grande, la largeur peut en être réduite. Et voici le triomphe des galettes tellement plates qu'on peut supposer qu'elles seraient unifilaires si la pratique permettait une telle manière de procéder.

Et pourtant, un raisonnement bien simple montrerait bien rapidement en quoi pèche ce splendide échafaudage. Quand on augmente la surface d'une spire, suivant une loi élémentaire de la création d'un champ par un courant, le champ au centre diminue au fur et à mesure de l'agrandissement. On peut traduire ceci en langage commun en disant que le champ au centre varie en sens inverse du diamètre de la spire et que les spires du bord sont de moins en moins actives.

De plus, la réduction de la longueur de l'enroulement a pour résultat immédiat d'augmenter le nombre de lignes de force qui se forment dans l'air en s'échappant du circuit magnétique(j'allais écrire à l'étreinte de celui-ci).

Enfin, et c'est surtout sur ce point que je voudrais insister, le coefficient de perméabilité μ est une constante, mais il faut s'entendre sur ce terme.

Ce qualificatif signifie que, en reproduisant la même série des phénomènes dans le même sens, on retrouvera les mêmes valeurs de cette donnée caractéristique, mais il est essentiel de bien se souvenir que celles-ci sont essentiellement fonction des données de fonctionnement.

Or, d'une des équations ci-dessus, on conclut à première vue sans qu'il soit besoin d'être grand mathématicien, que le champ diminue quand la longueur du circuit magnétique augmente; petite longueur, champ important, d'où une perméabilité réduite.

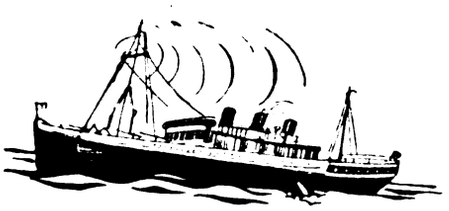
On en déduit donc que le produit envisagé varie dans sens qu'il est impossible de prévoir à priori en fonction du rapport de la longueur de la section. Seule l'observation des courbes expérimentales de la perméabilité — tangente à la courbe de l'induction en fonction du champ si il n'y a pas d'entrefer, cas que j'examinerai sous peu — permet de se faire une opinion à ce sujet.

Par suite, et c'est à ceci que je voulais en arriver, seules des mesures sur la manière dont réagit le fer suivant le champ imposé permet de conclure réellement.

CONCLUSION

Les mesures de la manière dont se comporte le fer permettent seules une détermination intéressante des éléments d'un enroulement. C'est du point de vue expérimental seul que relève ce problème. Or, on ne trouve que rarement — autant dire jamais — dans les données des constructeurs les valeurs nécessaires, aussi, dans le prochain numéro, le lecteur aura-t-il sous les yeux un exposé des mesures qui lui permettront d'arriver au résultat cherché.

P. Olivet



Digitized by Google

Les Accumulateurs électriques

par F. BRUN

Des différentes manières de produire l'énergie électrique, celle qui emprunte comme source des phénomènes chimiques est la plus ancienne puisqu'lle a commencé avec Volta à permettre les premières expériences.

L'accumulateur a, depuis, pris une extension considérable et c'est un point essentiel de la technique moderne.

On trouvera, ci-dessous, comme préambule à une suite d'articles, un exposé autorisé des diverses applications de cet organe.

LES accumulateurs occupent, dans la construction électrique, une place dont l'importance n'est pas toujours estimée à sa vraie valeur. Le public les connaît parce qu'ils équipent automobiles et postes de T.S.F. et s'imagine que là, ou à peu près, se bornent leurs applications. Or, ces deux débouchés, fort importants par eux-mêmes, ne constituent qu'une partie de ceux qui s'offrent aux accumulateurs. Ils trouvent leur emploi dans des domaines extrêmement divers. L'industrie les utilise de plus en plus. Aucune branche de l'électro-technique ne peut aujourd'hui se passer de leurs services.

Il est curieux de constater que les conquêtes les plus récentes de cette science, et en particulier l'utilisation des très hautes tensions, ont été, pour l'accumulateur, l'occasion de nouvelles possibilités d'emploi. La distribution de l'énergie se faisant désormais uniquement sous la forme de courant alternatif, l'utilisation des accumulateurs s'impose, dans tous les cas, fort nombreux, où l'emploi du courant continu est indispensable.

D'autre part, les progrès réalisés dans la construction des batteries ont fait de celles-ci des appareils d'une fonctionnement sûr, dont l'emploi doit être envisagé chaque fois que l'on veut s'affranchir de l'incertitude que présentent les secteurs dans la distribution de l'énergie. Un exemple récent, présent à la mémoire de tous les Parisiens, montre qu'une grande ville, alimentée par des centrales formidables, citées à juste titre comme des usines modèles, desservies par un réseau de distribution entièrement souterrain, par conséquent ne présentant pas les aléas d'une distribution aérienne, n'était pas à l'abri d'un manque de courant généralisé et prolongé. La prudence recommande de prévoir, dans tous les cas où une privation inopinée de courant ou de lumière peut avoir des conséquences graves, l'installation d'une source pouvant se substituer immédiatement, et sans intervention humaine, au secteur défaillant.

Cette source, toujours prête, c'est la batterie d'accumulateurs. Je n'ai pas l'intention de traiter aujourd'hui la question des batteries d'éclairage de secours. J'y reviendrai plus tard de façon détaillée. Je me bornerai aujourd'hui, à montrer la diversité des domaines où les batteries trouvent à s'employer, en énumérant rapidement leurs principales applications, dans la vie courante, ou dans l'industrie.

Chacun de nous fait appel, pour ses actes les plus usuels, aux services des accumulateurs.

Nous les trouvons sur toutes nos automobiles, dont ils lancent le moteur et dont ils éclairent la marche pendant la nuit. Ils fournissent aussi l'énergie nécessaire au fonctionnement du dispositif d'allumage qui remplace aujourd'hui la magnéto compliquée et capricieuse. Ils mettent en mouvement l'essuie-glace et permettent l'emploi à bord d'une multitude de petites commodités : lampes balladeuses, allume-cigares, etc., etc...

Nos postes de T.S.F. les utilisent sous la forme de batteries de chauffage de filament et de batteries de tension de plaque. Même les postes dits entièrement sur le secteur comportent au moins une petite batterie. Dans les stations d'émission, des batteries fort importantes sont installées, et fournissent le courant nécessaire au fonctionnement de l'ensemble.

Quand nous téléphonons, nous utilisons encore des accumulateurs.

Quand nous voyageons en chemins de fer, c'est une batterie qui éclaire notre compartiment. Les gares que nous traversons ont leurs aiguillages et leurs signaux actionnés par d'importantes batteries. Si la locomotive qui remorque notre train est électrique, elle comporte, bien qu'elle reçoive son énergie par l'intermédiaire du fil de trolley, une batterie d'accumulateurs de contrôle, pour la manœuvre des divers organes de conduite.

Sur les quais des gares, les bagages sont transportés par des wagonnets remorqués par des chariots électriques mûs par des batteries d'accumulateurs.

Dans les usines, des tracteurs analogues ou des chariots porteurs assurent la manutention des matières premières, ou des pièces en cours de fabrication. Ces petits engins se prêtent à toutes sortes d'applications les plus diverses. On peut les munir de bennes basculantes, ou de dispositifs pour élever leur charge, les transformant ainsi en sortes de grues automobiles.

Dans les usines importantes, raccordées à la voie ferrée, la manœuvre des wagons s'effectue à l'aide de locotracteurs à accumulateurs.

Des automotrices à accumulateurs, silencieuses, rapides et propres ont permis de supprimer, sur les lignes de chemins de fer secondaires, les locomotives à vapeur, généreuses en bruit et en fumée, mais qui exigeaient des frais d'entretien extrêmement élevés.

Au fond des mines, les berlines sont aujourd'hui remorquées par des locomotives à accumulateurs. Les malheureux chevaux, dont le sort inquiétait les âmes sensibles, sont définitivement remontés à la lumière.

Certaines villes, sont parcourues par des autobus ou même des taxis électriques. Des usines utilisent pour le transport de leur personnel, des autocars électriques. Des camions à accumulateurs sont employés par de nombreux industriels ou entrepreneurs de camionnage, car malgré leur rendement souvent critiqué, les batteries permettent des prix de revient de transport plus réduits que ceux qui peuvent être obtenus avec les véhicules à essence. D'autre part, le véhicule à accumulateurs ne connaît pas les longues périodes d'immobilisation imposées au camion à essence ou à gazogène, ou encore à huile lourde, par les réparations mécaniques, fréquentes, exigées par le moteur thermique.

Les sous-marins ne peuvent naviguer, en plongée, que grâce aux batteries fort importantes qui actionnent leurs hélices.

Les plus orgueilleuses centrales électriques, celles même qui produisent des

Digitized by Google

kilowatts par centaines de milliers, sous des centaines de milliers de volts, sont obligés d'avoir recours aux accumulateurs pour la commande de leurs disjoncteurs, et aussi pour parer... à un manque général de courant qui les priverait de tout, même de lumière.

Certaines compagnies de distribution, dont les ressources en énergie sont insuffisantes, utilisent de très importantes batteries qui, chargées la nuit, permettent de passer la fameuse pointe.

Nos théâtres et nos grands magasins, les grandes banques possèdent une batterie pour parer au danger que pourrait présenter un manque subit de courant.

De même dans les hôpitaux et les maisons de santé, les salles d'opérations sont munies d'une installation d'éclairage de secours, par batterie naturellement.

A la campagne, combien de châteaux, de villas et de fermes s'éclairent à l'aide de batteries, et même actionnent des pompes, des scies ou d'autres machines.

Les batteries ont leur place à bord des yachts pour fournir la lumière, parfois du chauffage, pour faire tourner des ventilateurs, etc...

C'est encore l'accumulateur qui alimente les lampes de mineurs, celles des pompiers, celles des veilleurs de nuit ou encore la pacifique lanterne de ménage qui nous permet d'aller commodément chercher une bouteille de vin à la cave.

Cette énumération rapide, qui n'a pas la prétention d'être complète, n'a d'autre but que de montrer la diversité des applications que trouvent les accumulateurs. Ces appareils sont maintenant d'un emploi aussi universel que celui du moteur électrique.

Et pourtant, quelle déplorable réputation est la leur, non seulement auprès de « l'homme de la rue », mais aussi auprès de bien des techniciens:

Pour beaucoup, les batteries sont des engins toujours prêts à jouer les pires tours, qui prennent un malin plaisir à refuser tout service au moment précis où on en a un pressant besoin. Quand un poste de T.S.F. reste muet, quand le démarreur d'une voiture ne fonctionne plus, quand un véhicule électrique est en panne, les voix sont unanimes: « C'est la faute des accus... » Pourtant, après recherche, on s'aperçoit souvent, qu'une lampe était grillée, qu'une connexion était déserrée, qu'un fusible avait fondu, etc... et qu'en somme ce n'était pas la faute des accus. Il faut reconnaître que parfois c'est bien de leur faute, mais même dans ce cas ce ne sont pas, en général, les batteries elles-mêmes qu'il faut incriminer, mais plutôt la façon dont elles sont soignées et utilisées.

L'accumulateur d e m a n d e certains soins, d'autre part il n'est pas apte à remplir n'importe quel office dans n'importe quelles circonstances. Il ne faut lui demander, si l'on ne veut pas s'exposer à des surprises désagréables, que ce qu'il peut donner.

Dans les articles qui suivront, je m'efforcerai de dégager les règles pratiques d'utilisation que l'on doit suivre pour obtenir une exploitation satisfaisante. Je montrerai aussi que pour arriver à ce résultat, il n'est pas nécessaire de s'astreindre à de longues études sur la nature intime de l'élément et sur les réactions qui se produisent en lui, mais qu'il suffit de la connaissance de quelques principes simples, et d'un peu de bon sens.

F. Brun

Le Docteur Toulouse photographié à l'hôpital psychiatrique Henri Rousselle pendant la conférence qu'il a faite sur « La tuberculose et la psychopathie ».

Digitized by Google

LES CATHODES

PRÉPARATION -- PROPRIÉTÉS -- ÉVOLUTION

par J. RICQ, Ingénieur E. C. P. I. et E. S. E.

UNE lampe à plusieurs électrodes, plus communément appelée lampe de T.S.F. se présente toujours comme la réunion de trois organes.

INTRODUCTION

Une lampe à plusieurs électrodes, plus communément appelée lampe de T.S.F. se présente toujours comme la réunion de trois organes.

Considérée du point de vue énergétique, l'un représenterait le facteur extension, c'est la cathode; l'autre représenterait le facteur tension, c'est le potentiel appliqué à la plaque ou par abréviation la plaque elle-même, le troisième représenterait l'organe de contrôle, c'est la grille.

Dans quelques cas, l'introduction d'électrodes supplémentaires modifie la façon d'agir de l'organe de contrôle. Dans d'autres cas, la suppression complète de l'organe de contrôle simplifie l'étude du fonctionnement et le rend indépendant dans de grandes limites des effets extérieurs.

Dans tous les cas, la présence du paramètre d'extension et de celui du paramètre de tension est indispensable.

Nous examinerons dans la suite de cet article les modifications qu'une technique extrêmement mobile a apporté à la constitution matérielle du paramètre d'extension, c'est-à-dire à la constitution des cathodes que l'on appelle encore filament, en rappelant ainsi leur forme géométrique la plus commune.

ROLE DE LA CATHODE

Sans vouloir définir dans chaque cas particulier le rôle des cathodes et afin de pouvoir l'énoncer dans sa plus grande généralité, nous avons assimilé les cathode sera la production du facteur l'organe producteur du facteur d'extension.

Par analogie physique avec les phénomènes de mécanique le rôle de la cathode sera la production du faceteur « masse ». En fait, la cathode produit les électrons corpuscules électrisés dont la science moderne décrit parfaitement les propriétés. Nous renverrons le lecteur pour l'étude de ces propriétés à l'un quelconque des ouvrages modernes de physique générale.

Cette production ou émission d'électrons se fait sous l'influence de facteurs auxiliaires tels que la chaleur (phénomène thermoionique), la lumière (phénomène photoélectrique), la haute tension etc...

Nous ne nous occuperons ici que de la production d'électrons sous l'influence de la chaleur et nous abandonnerons définitivement le domaine de la science pure pour pénétrer dans celui de la technique, non sans avoir conseillé au lecteur avide de compléter ses connaissances théoriques l'étude du livre de M. Bloch: *Phénomènes thermoioniques*, de la collection de la Société Française de Physique.

L'EVOLUTION DE LA CATHODE

L'évolution technique qui ne fut d'ailleurs pas parallèle à l'évolution scientifique cause de difficultés secondaires, fut essentiellement dictée par un souci d'économie dans la dépense d'énergie auxiliaire. C'est la lutte pour la « faible consommation » bien connue des amateurs sans-filistes, lutte poursuivie quelquefois beaucoup trop loin et qui conduisit à des mécomptes.

Renvoyant le lecteur au livre précité pour la définition et les valeurs des paramètres théoriques fixant les propriétés émissives des différents matériaux, nous adopterons le langage plus terre à terre de l'ingénieur lampiste qui définit et résume généralement ces propriétés comme suit:

Une matière émissive ayant la forme d'un filament sera caractérisée par le nombre de milliampères par watt d'énergie de chauffage, qu'elle sera susceptible d'émettre pendant une durée commerciale moyenne de mille heures.

Les matières émissives utilisées au cours de ces dernières années furent moins pour l'Europe successivement :

Le tungstène pur, le tungstène thorié, les oxydes alcalino-terreux, le sous-oxyde de baryum.

Il est d'ailleurs à souligner qu'à l'heure actuelle toutes sont encore utilisées, chacune ayant dans certains cas des applications que les autres n'ont pu supporter.

Voici ci-dessous les caractéristiques de ces différentes matières :

Matière	*Emission en milliampère par watt de chauffage pour une durée de 1.000 heures.*
Tungstène pur	5 à 12
Tungstène thorié	33 à 110
Oxydes alcalino-ferreux	50 à 300
Sous-oxyde de baryum...	50 à 200

(suivant la grosseur du filament)

Ces caractéristiques qui peuvent paraître aux yeux de tous très élastiques, dépendent en effet ainsi que nous vous l'indiquons ci-dessus de la section du filament. D'autres facteurs rentrent d'ailleurs également en ligne de compte pour la prédétermination de l'émission moyenne pour une durée de 1.000 heures. Citons le degré de vide de l'ampoule, la tension plaque maximum, le degré d'activation, etc... facteurs que nous aurons l'occasion d'étudier pour chacun des matériaux cités.

Enfin, les chiffres donnés, nous tenons à le répéter, se réfèrent beaucoup plus à des caractéristiques industrielles basées sur des considérations statistiques expérimentales et non sur des considérations physiques théoriques pures.

Avant d'aborder l'étude particulière des matières définies ci-dessus, nous voudrions préciser un dernier point très important :

Il est courant en langage physique, de parler température d'un corps. Dès qu'on l'aborde, les températures très élevées (au-dessus de 2.000°) ou les températures de corps de proportion géométrique excessivement réduites, ce langage devient au point de vue industriel insuffisant.

En effet, pour les températures élevées, à l'heure actuelle, il existe encore deux échelles, toutes deux dites « Kelvin », c'est-à-dire fixant leur zéro au zéro absolu (moins 273° centigrades); il n'apparaît pas jusqu'à présent que les auteurs des deux échelles aient pu se

Digitized by Google

mettre d'accord; d'autre part, les formes filamentaires des corps dont nous nous occupons rendent les mesures très aléatoires, sauf celles qui seraient exécutées par des laboratoires de recherches très spécialisés et puissamment outillés.

L'ingénieur lampiste a associé à tort ou à raison à cette notion de température la notion d'énergie radiée par centimètre carré d'un corps considéré. Nous connaissons immédiatement les objections des puristes qui nous feront entrevoir notamment les variations du coefficient d'émissivité suivant la nature des corps; cependant cela nous a paru plus précis et infiniment plus pratique que la notion de température elle-même.

Dans la suite de cet article, et tenant toujours à revenir au terre à terre des réalités, nous utiliserons couramment ce langage et dirons, par exemple, pour du tungstène pur, pour définir sa température: au lieu de 2.600° K: 75 watts par centimètre carré.

Il est à remarquer d'autre part, que ce langage satisfait beaucoup plus notre esprit statistique que le langage physique pur, par exemple: pour des filaments utilisés en tungstène pur de 58 millième de diamètre et de 22 millimètres de long, il nous semble impossible de parler température, alors que l'on sait pertinemment que celle-ci est essentiellement variable le long du filament; nous aurions par conséquent à définir, la température maximum, la température minimum, la température moyenne. Il nous a paru plus sage dans la technique d'adopter un langage moins précis peut-être, mais plus positif.

TUNGSTENE PUR

Caractéristiques physiques:

Nous renvoyons le lecteur pour les détails à l'excellent traité publié sur le tungstène par M. Smithelis (Librairie Chapman et Hall, Ltd, Henrietta Street, London WC2).

Ci-dessous un tableau donnant les caractéristiques des fils de tungstène de 1 centimètre de long, 1 centimètre de diamètre, montés dans le vide :

Température degrés Kelvin	Résistance ohms	Chute de tension volts	Courant Ampères	Puissance watts	$V^3\sqrt{i}$	Flux lumineux lumen
300	7.18×10-6	057×10-3	008×103	0.00045	11×10-3	—
400	10.26	38	0.37	014	1.3	—
500	13.66	85	0.62	0.53	3.4	—
600	17.23	1.57	0.91	.143	7.1	—
700	20.96	2.60	.124	.323	13.0	—
800	24.80	4.00	.161	.644	21.8	—
900	28.75	5.87	.204	1.200	34.6	—
1000	32.73	8.23	.251	2.068	51.9	.0012
1100	36.84	11.19	.304	3.392	75.2	.010
1200	40.80	14.77	.362	5.35	105.3	.06
1300	44.90	19.15	.427	8.17	144.2	.29
1400	49.10	24.5	.494	12/12	194	1.1
1500	53.35	30.7	.575	17.62	255	3.3
1600	57.60	37.7	.655	24.72	328	9.5
1700	61.95	45.7	.738	33.72	413	23.5
1800	66.35	54.9	.827	45.35	515	52.4
1900	70.75	64.2	.908	58.30	622	108.3
2000	75.20	75.5	1.004	75.8	756	208.5
2100	79.80	87.2	1.093	95.4	899	372
2200	84.40	100.4	1.190	119.5	1064	641
2300	89.00	114.6	1.287	147.5	1247	1052
2400	93.65	129.4	1.383	179.0	1442	1648
2500	98.40	146.3	1.487	217.5	1670	2490
2600	103.2	164.1	1.590	260.8	1915	3650
2700	107.8	182.9	1.700	310.5	2180	5240
2800	112.7	203.0	1.800	365.5	2470	7330
2900	117.5	224.2	1.910	428.0	2780	13300
3000	122.5	247.7	2.020	501.0	3130	17.500
3100	127.4	272	2.130	578.5	3495	22450
3200	132.2	296	2.24	663	3875	28650
3300	137.3	323	2.35	760	4295	36000
3400	142.2	351	2.47	866	4740	10050
3500	147.2	381	2.59	985	5230	45200
3655	155	428	2.76	1180	5950	61800

Emission électronique:

L'émission électronique est régie par la formule de Dushman:

$$i = 60{,}2\ T^2\ e^{-\frac{b}{T}}$$

i courant électronique
T température absolue
e base des logarithmes népériens
b constante de la substance.

Cette constante étant d'ailleurs reliée au potentiel Φ de surface de la matière et à la constante de Boltgmann K par la relation: $b = \frac{\Phi}{K}$

Ainsi que nous vous le disions plus haut, le tungstène est utilisé dans l'étude des lampes de T.S.F. dans les conditions ordinaires suivantes pour une durée de 1.000 heures.

Emission électronique 5 à 12 milliampères par watt.

Température entre 2.500° absolu et 2.600° absolu ou, pour revenir à notre langage, entre 65 et 85 watts par centimètre carré, étant entendu que plus un filament est gros, plus pour la durée de 1.000 heures envisagée, on peut augmenter sa température, et que plus un filament est court, moins il émettra d'électrons pour un nombre de watts par Cm2 constant.

Quelques considérations pratiques sur l'usage du tungstène:

Le tungstène ne présente pas en fait de grandes difficultés dans son emploi. Les méthodes de pompage des lampes ordinaires lui conviennent sans qu'il y ait lieu de prendre des précautions spéciales. Le dégazage des matériaux autres que le filament utilisé dans la fabrication de la lampe se fera en deux stades : le prédégazage avant le montage consiste à porter sous le vide, dans des tubes de quartz, ou de toute autre manière aux environs de 1.000 à 1.200° les différentes matières, puis ensuite dégazage complet qui peut se faire sur pompe, la lampe étant entièrement montée, par chauffage des électrodes par l'un quelconque des moyens suivants, utilisés seuls ou séparément: induction (haute fréquence), bombardement électronique, effet joule ordinaire, radiation, etc... Très souvent pour la fabrication en série on supprime ce dégazage de la lampe montée et on emploie un «getter», dont l'action en dehors de toute pompe est plus rapide.

Nous nous voyons ici dans l'obligation d'ouvrir à nouveau une parenthèse pour mieux définir dans l'esprit du lecteur, ce que nous entendons pas getters et leur mode d'action.

Les getters sont des agents chimiques dont l'action sur l'oxygène aux pressions ordinaires est très virulente. Ce qu'on leur demande dans les lampes d'éclai-

Digitized by Google

rage et de T.S.F. c'est l'absorption et l'adsorption des gaz résiduels contenus dans les électrodes et ceci après pompage; les plus connus sont le phosphore en grains très fins (8 microns de diamètre en moyenne), le magnésium, le calcium, le baryum, les alliages de cérium et de calcium (mischmetal), le sodium, etc...

Les plus utilisés sont le phosphore, le magnésium et le baryum; leur action est très complexe et bien que des études aient été faites, pour préciser leur façon d'agir, il ne semble pas à l'heure actuelle que l'on puisse dans ce domaine affirmer quoi que ce soit. Cependant et toujours en nous basant sur des résultats statistiques industriels, nous doutons que leur action est triple.

1° Il peut y avoir lors de leur vaporisation, action chimique directe entre le getter et les gaz résiduels transformant le gaz en matière à tension de vapeur réduite;

2° La présence d'un champ électrique à l'intérieur du récipient où on fait le vide et où on vaporise le getter semble indispensable pour l'obtention très haut, du haut vide, il y aurait donc une espèce d'action mécanique du getter emprisonnant les molécules gazeuses gênantes. Le champ électrique peut d'ailleurs être ou continu ou alternatif ou de haute fréquence; le plus actif de ces champs semblerait être le champ haute fréquence;

3° Il paraît que dans la vie ultérieure de la lampe, le getter agit comme un agent de stabilisation du vide toujours probablement sous l'influence du champ électrique qui, inévitablement est associé avec cette vie; il s'agit là d'un phénomène de rétention de gaz.

Si donc, nous nous trouvons en présence d'une fabrication de grande série portant sur des lampes dont le prix de vente est faible et où il faut fixer le prix de revient minima, l'usage du getter semble tout indiqué à cause de son action rapide et qui ne demande aucune immobilisation longue de matériel coûteux.

Au contraire, pour des lampes, faites par unité séparée, il y a intérêt à utiliser les méthodes de dégazage sur pompe citées plus haut.

Stabilité de l'émission:

La stabilité de l'émission du tungstène pur est en fait actuellement très connue et ne nécessite pour son obtention aucune précaution spéciale; il semble que dans ce cas l'émission soit une propriété physique intrinsèque de la matière et que seules des variations importantes dans le vide de l'ampoule par exemple, peuvent amener des perturbations dans cette stabilité.

Les *lampes de réception T.S.F.* à tungstène pur faites toutes plus ou moins avec des getters ne présentent d'ailleurs à ce sujet aucun aléa, le getter corrigeant en effet dans son action ultérieure (voir 3...) tout ce qui pourrait arriver de fâcheux dans la suite.

Vie des filaments tungstène pur:

Les chiffres que nous avons cités tout à l'heure concernent le nombre de watts par centimètre carré correspondant à une vie de 1.000 heures ne s'applique, bien entendu qu'à des lampes correctement purgées, il est en effet à présumer que tout dégagement de gaz pourra avoir une influence sur la durée de la lampe considérée; en particulier les traces de vapeur d'eau laissées à l'intérieur des ampoules peuvent diminuer la vie, suivant la quantité laissée, de 0 à 90 %.

Il convient donc pour éviter tout mécompte, de procéder sur pompe à une évacuation complète de la vapeur d'eau par un ou plusieurs étuvages à une température aussi voisine que possible du point de ramollissement du verre utilisé pour la construction de l'ampoule.

Quand on utilise des getters, l'influence de l'étuvage diminue beaucoup. Ces agents ayant une action énergique sur la vapeur d'eau et la faisant disparaître presque complètement; l'action de la vapeur d'eau sur le tungstène dans les vides restreints est une des actions qui a été le mieux étudiée, son mécanisme est parfaitement connu et dépend de l'équilibre et de la reversibilité de la réaction.

$$2\,W + 3\,H^2O \rightleftharpoons W^2O^8 + 3\,H^2$$

Du fait que l'oxyde de tungstène W^2O^3 est volatil vers 1.800°, les parties les plus chaudes du filament subissent la réaction dans le sens de la gauche vers la droite, l'oxyde de tungstène formé se volatilise et se dépose sur les parties plus froides du filament où la réaction se produit dans le sens de la droite vers la gauche, il y a un véritable nourrissement des parties froides du filament au dépens des parties chaudes, nourrissement qui raccourcit évidemment la vie.

Un autre facteur non moins important pour la vie de la lampe au tungstène pur est l'éclat de cristallisation de ce filament. Nous renvoyons pour l'étude complète de ce phénomène au livre précité de M. Smithells.

Pour expliquer *grosso-modo* cette influence, disons qu'au cours de sa vie le filament de tungstène se cristallise, le sens d'orientation des cristaux étant généralement le sens même d'étirage du filament, leur grosseur dépendant des impuretés contenues dans le tungstène.

Cette cristallisation bien que se faisant dans le sens de la longueur du filament provoque généralement des glissements des cristaux les uns sur les autres qui allongent ou raccourcissent sa longueur géomètrique et comme ce filament est entre deux supports plus ou moins rigides, elle l'amène au cours de sa vie à subir des efforts qui dépassent la limite d'élasticité abaissée par la haute température d'emploi, et provoque des ruptures prématurées du filament sans cause apparente.

Les remèdes apportés à ce dernier défaut peuvent se classer en deux grandes catégories:

1° Usage d'un support élastique qui limitera l'effort que devra supporter le filament dans les cas ci-dessus;

2° Introduction dans le filament d'impuretés systématiques orientant la cristallisation, soit vers de tout petits cristaux dont les plans de raccordement ne pouvant glisser les uns sur les autres maintiennent au filament ses dimensions primitives, soit d'impuretés donnant au filament, et ceci d'une façon quasi immédiate, une cristallisation en très gros cristaux, cristallisation qui n'évoluera plus dans le temps et qui permettra au constructeur de lampes de faire « cristalliser son filament », de le monter ensuite dans la lampe en tenant compte de sa longueur définitive, puis de fermer et pomper comme d'habitude.

Préparation du tungstène:

Citons parmi le minerai de tungstène, la scheelite (tungstène de calcium naturel à l'état presque pur), la ferbérite l'hubnérite (tungstate de calcium et de fer), wolframite (tungstate de fer et de manganèse). Ce dernier étant le plus répandu et le plus utilisé.

Le procédé de préparation le plus employé consiste à précipiter, à partir de ces tungstates l'acide tungstique avec un acide minéral hydraté, filtrer l'acide tungstique ainsi produit, sécher à 170° puis envoyer à la purification.

Le procédé de purification le plus efficace est celui qui consiste à transformer l'acide tungstique en paratungstate d'ammoniaque plusieurs fois de suite et à faire cristalliser ce paratungstène. Il y a lieu d'éviter la présence de phosphore et d'arsenic qui nécessite des purifications spéciales dans le cas où les minerais d'origine contiennent ces corps. L'oxyde tungstique pur est ensuite mélangé avec les agents de cristallisation dont nous parlions plus haut. D'une façon générale on en utilise actuellement de deux sortes, la thorine (oxyde de thorium) pour la cristallisation en grains fins, la silice et la soude ou la silice et la potasse pour la cristallisation en grains gros. La proportion de matières étrangères introduites dépasse rarement 0,5 %.

L'oxyde moyenne de tungstique est ensuite réduit par l'hydrogène à une température voisine de 700°. Comme il y a intérêt à obtenir des grains très fins pour le développement ultérieur de la métallurgie, la réduction se fait graduellement, la nacelle d'oxyde tungstique passe progressivement d'une température de 550° à 1.100° avec une dis-

Digitized by Google

tribution de température dans le temps qui dépend de la finesse du grain que l'on veut atteindre. L'hydrogène sera naturellement purifié et on évitera la présence de vapeur d'eau en utilisant des agents dessicateurs énergiques, l'acide sulfurique par exemple.

Signalons, pour mémoire, car ces procédés ne sont pas utilisés industriellement, qu'il est possible d'obtenir du tungstène à partir de l'oxyde tunstique par réduction par le carbone, ou par réduction électrolytique.

Nous voici donc en présence d'une poudre fine de tungstène métallique, le pas suivant va être de presser cette poudre sous forme de barette de section carrée au moyen de moules et de presses hydrauliques. Ces barettes ont généralement 7 à 9 millimètres de côté. 200 à 500 millimètres de long. Il est quelquefois indispensable d'adjoindre pour la tenue de la barette, un liant qui sera volatilisé ensuite. Les liants généralement utilisés sont l'eau, la glycérine ou la paraffine. La barette pressée est ensuite calcinée dans l'hydrogène entre 900 et 1.100°, ceci afin de lui donner plus de tenue mécanique pour subir le traitement ultérieur.

Ce traitement consiste à faire passer à l'intérieur de la barette un courant tel qu'on l'amène extrêmement près de son point de fusion ? Une barette normale de 8 millimètres de côté et de 100 millimètres de long supporte environ un courant de 1.500 ampères sous 10 volts, ceci dans l'hydrogène, naturellement.

D'une façon très générale on procède pour la détermination de ce courant expérimentalement en fondant une barette correspondant à un lot déterminé de tungstène et en appliquant aux suivantes un courant qui est 10 % plus faible que le courant d'essai de fusion.

Le tungstène se présente alors sous une forme maniable mais très fragile; on lui fait subir avant l'étirage un martelage à chaud dans des machines spéciales analogues à celles utilisées pour la fabrication des aiguilles puis ensuite on procède à l'étirage et au tréfilage avec des précautions spéciales qui tiennent compte de la tendance du tungstène à la cristallisation et par conséquent à la fragilité. Le lubrifiant employé est généralement le carbone colloïdal en suspension dans l'eau ou dans l'huile (aquadag ou oildag), les filières étant pour les gros diamètres en alliages de tungstène chrome et pour les petits en diamant.

Directeur de la Section Radio-Fotos.

(A suivre.)

Ce qu'on peut faire avec un milli

par J. GRANIER, docteur ès sciences

Aux bricoleurs qui passent leur temps à monter et à démonter des postes nous conseillons fortement d'acheter un milliampèremètre. Ce petit appareil leur facilitera considérablement la besogne et son prix sera vite rattrapé, car il permettra d'économiser bon nombre de lampes. Le lecteur trouvera ci-dessous un exposé dans lequel l'auteur s'efforce de montrer tout le parti qu'on peut en tirer.

TOUT d'abord, une description sommaire de l'appareil. La partie essentielle, celle qui est solidaire de l'aiguille indicatrice est une petite bobine plate de forme annulaire .Cette bobine peut se déplacer dans un entrefer circulaire compris entre les pièces polaires N et S d'un aimant permanent (fig. 1) et une sphère de fer S' qui régularise et renforce le champ magnétique. Un ressort spiral R dont les extrémités sont fixées l'une à la bobine, l'autre au bâti termine l'appareil et fait que l'équipage mobile prend en l'absence de courant une position d'équilibre bien définie.

Puisque par construction, l'entrefer compté suivant la direction du rayon a une longueur bien constante, le champ magnétique H y a toujours la même valeur. Le cadre, possédant N spires ayant chacune une surface S et parcourues par un courant I y est donc soumis à un couple indépendant de sa position et ayant pour expression:

$$C = HNSI$$

Mais il y a aussi un couple antagoniste dû au ressort et qui apparaît dès que l'équipage mobile a été déplacé de sa position d'équilibre; en désignant par α la dérivation, ce couple a pour valeur

$$c' = k\alpha$$

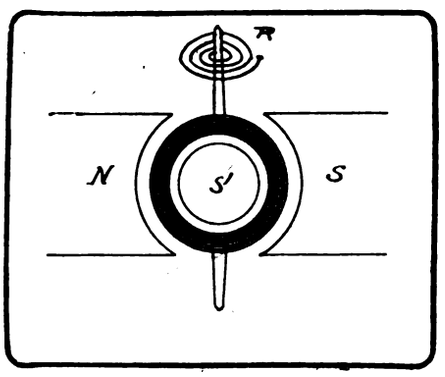


FIG. 1

k étant un coefficient qui dépend des dimensions du ressort et de la nature du métal qui le constitue.

Après quelques oscillations, l'équipage mobile s'arrêtera donc dans une position pour laquelle ces deux couples seront égaux et qui sera déterminée par l'équation:

$$k\alpha = HNSI$$

d'où l'on tire

$$I = \frac{k}{HNS}\alpha$$

L'intensité du courant qui passe dans le cadre est proportionnelle à la déviation; la graduation est bien régulière d'un bout de l'échelle à l'autre.

La sensibilité de l'appareil dépend des facteurs k H N et S. Sur H on ne peut avoir qu'une action assez limitée. Quelque soit en effet le procédé d'aimantation ou la qualité du métal employé, on ne peut dépasser une certaine limite qui est déjà pratiquement atteinte dans les aimants usuels. Ce n'est donc pas en employant des aimants d'un prix élevé qu'on peut obtenir une extrême sensibilité: tout au plus peut-on arriver ainsi à une plus grande stabilité, et par suite à un meilleur étalonnage.

Digitized by Google

La valeur de S est à peu près la même pour tous les appareils de même calibre; si on essayait de l'augmenter, on augmenterait en même temps la résistance du cadre, et d'ailleurs, l'appareil deviendrait vite encombrant.

On ne peut donc agir pratiquement, si l'on veut augmenter la sensibilité que sur N et sur k.

Mais là encore, on est limité. A mesure que l'on fait croître N, le volume de l'équipage mobile augmente, et il arrive vite un moment où l'on risque de ne pouvoir le loger dans l'entrefer devenu insuffisant. On peut évidemment diminuer la section du fil à mesure que l'on augmente sa longueur, mais alors la résistance devient vite exagérée. Rien de plus facile d'ailleurs que de prévoir par le calcul l'influence des dimensions du fil sur la sensibilité.

Imaginons que pour un équipage mobile de dimensions extérieures données on diminue p fois la section du fil; la longueur de ce fil sera p fois plus grande, la sensibilité sera aussi p fois plus grande, mais la résistance sera p^2 fois plus élevée. Pour un cadre de dimensions données et pour un ressort déterminé la sensibilité $\frac{\alpha}{I}$ de l'appareil est donc proportionnelle à la racine carrée de la résistance, si on remplace un cadre de 10 ohms par un cadre de mêmes dimensions extérieures mais de 1.000 ohms, la sensibilité deviendra seulement 10 fois plus grande. On est vite limité dans cette voie.

Reste le coefficient k. En le réduisant, on augmente la sensibilité. Mais il faut pour cela avoir un spiral très facilement déformable, d'excellents pivots, des crapaudines en pierre fine, bref une construction mécanique irréprochable, et par suite un prix élevé. Aussi ne s'étonnera-t-on pas de ne trouver dans le commerce que des milliampèremètres assez chers, alors qu'on peut se procurer facilement des ampèremètres à des prix extraordinairement bas.

Un des gros avantages des appareils à cadre mobile, c'est que leurs oscillations sont rapidement amorties. Rien n'est plus désagréable que de posséder des instruments non amortis: au moment où on les met en service, leur aiguille reçoit une brusque impulsion qui lui fait dépasser une première fois la position d'équilibre; l'équipage mobile revient alors en arrière, la dépasse une seconde fois, recommence sa course en sens inverse et ainsi de suite pendant un temps assez long. Souvent on n'a pas la patience d'attendre que l'aiguille se soit enfin arrêtée, ou bien lorsque l'arrêt a eu lieu, l'intensité du courant a eu le temps de changer, ce qui rend les mesures un peu illusoires. Avec les appareils à cadre mobile, on n'a pas à craindre ces inconvénients.

Ce cadre mobile est, en effet, bobiné sur une bague en cuivre rouge; pendant qu'il oscille dans l'entrefer, le flux qui la traverse étant variable suivant sa position, il se développe dans cette bague des courants induits relativement intenses qui dégradent sous forme de chaleur une quantité notable d'énergie. Comme cette énergie ne peut être empruntée qu'au système oscillant, il en résulte un amortissement très énergique. Ces courants induits disparaissant d'ailleurs lorsque le cadre est arrêté ne peuvent en aucune manière fausser la mesure.

Employé directement, sans l'adjonction d'aucune résistance, le milliampèremètre est déjà en T.S.F. susceptible de bon nombre d'applications.

Tout d'abord, il permet de vérifier les pièces détachées avant la construction d'un poste. On soumettra les écouteurs à une tension de 4 volts et on constatera qu'ils prennent bien les 2 milliampères correspondant à 2.000 ohms; les transformateurs basse fréquence, les bobines de choc seront essayés de même, mais on prendra soin d'abaisser la tension au moyen d'un potentiomètre pour éviter de faire passer dans le milli un courant exagéré.

Le montage terminé, on recommencera la vérification. Après avoir mis en série avec le milli une résistance de 80.000 ohms pour limiter l'intensité du courant, on touchera avec deux fils volants connectés aux bornes de l'appareil les douilles + 4 et + 80 de chaque lampe et on vérifiera ainsi que ces dernières sont bien sous tension, que les circuits plaque sont en bon état. Après avoir remplacé la résistance de 80.000 ohms par une résistance bien plus faible, un écouteur par exemple, on opèrera de même pour les circuits grille et les circuits de chauffage.

Après avoir vérifié le poste, il faut maintenant s'occuper des lampes, vérifier que leurs caractéristiques sont bien celles qu'indiquent les prospectus. Ces caractéristiques, rien de plus simple que de les construire: on intercale le milli dans le circuit plaque, puis l'on fait varier l'une après l'autre la tension grille et la tension plaque. D'ailleurs, en général, inutile de faire un montage spécial. On place la lampe à étudier sur le poste récepteur, toute seule, dans la position qui correspond à une moyenne fréquence, et on met le milli dans le circuit de la pile de plaque. En mettant le potentiomètre successivement au — 4 et au + 4 et en regardant chaque fois les indications du milli on voit immédiatement si la lampe est normale; on peut même si la pile de plaque comporte plusieurs prises déterminer la valeur du coefficient d'amplification et de la résistance intérieure.

Introduit toujours dans le circuit de plaque, le milli donne de précieux renseignements sur la manière dont se comportent les lampes. Mettons-le dans le circuit de notre bigrille; quand elle n'oscille pas, il marque zéro; dès que les oscillations prennent naissance il déviera brusquement; nous aurons ainsi beaucoup plus de facilité pour régler notre poste, coupler dans le bon sens les bobines oscillatrices ou étudier les phénomènes bizarres qui pourront prendre naissance si notre poste a tant soit peu mauvais caractère. Et que ce soit dans nos moyenne fréquence, dans nos BF, dans notre C 119, c'est toujours au milli qu'il nous faudra avoir recours dès que nous aurons quelque ennui.

Pour la mesure des fréquences, pour la détermination des longueurs d'onde par la méthode d'absorption, on placera le milli dans le circuit plaque après avoir, s'il s'agit d'un poste récepteur augmenté un peu la réaction pour provoquer l'accrochage. Puis on approchera le circuit étalonné et on tournera lentement son condensateur variable; au moment de l'accord, l'aiguille du milli subira un choc brusque.

La mesure des résistances se fait facilement au moyen d'un milliampèremètre. Pour les résistances élevées on emploiera la méthode de substitution, et l'on se servira comme étalon d'une résistance de 80.000 ohms ou d'un écouteur de 2.000 ohms.

Soit par exemple à mesurer une de ces résistances qui font « chuter » la tension pour l'alimentation des bigrilles. Nous l'alimentons avec une pile de tension plaque et nous constatons qu'elle prend 4 millis; la résistance de 80.000 ohms au contraire ne prend qu'un milli; c'est que notre résistance étudiée est 4 fois plus faible que l'autre, elle est de 20.000 ohms.

Nous avons des doutes sur un potentiomètre de 1.500 ohms destiné à un poste de super-réation. Sous 2 volts il prend 5 millis; c'est donc que le marchand

Digitized by Google

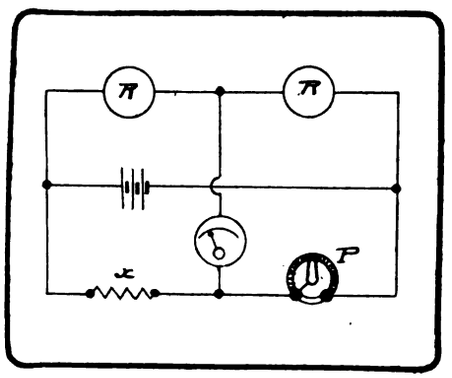


FIG. 2

nous a trompés, ce n'est qu'un potentiomètre de 400 ohms.

Lorsque les résistances à mesurer ne sont pas relativement élevées, lorsqu'elles sont d'une dizaine d'ohms par exemple, la méthode précédente ne convient plus car elle ne tient pas compte de la résistance intérieure du milli, résistance qui peut être du même ordre de grandeur que celle que l'on a à mesurer. On a alors l'avantage à monter un pont de Wheatstone dans lequel le milli servira d'appareil de zéro (fig. 2). Deux des branches du pont seront constituées par des résistances égales R, deux filaments de triode par exemple, la troisième x sera précisément la résistance inconnue, et enfin la quatrième sera une résistance variable connue, rhéostat de chauffage, potentiomètre P ou quelque chose d'analogue. En faisant varier cette dernière résistance on s'arrangera pour que rien ne passe dans le milli et l'on obtiendra ainsi la valeur de la résistance cherchée.

Pour des résistances encore plus faibles, de l'ordre du dixième d'ohms, les résistances de contacts fausseraient la mesure; il faudra s'y prendre d'autre façon (fig. 3) : on mettra en série la résistance inconnue x et une résistance étalon R du même ordre puis on fera parcourir l'ensemble par un courant de quelques ampères, avec deux fils attachés d'autre part au milli M on touchera successivement les deux résistances: le rapport des déviations sera égal au rapport de ces deux résistances.

Soit par exemple à déterminer la résistance d'un fil de maillechort destiné à la fabrication d'un rhéostat; le diamètre de ce fil est 1 m/m. Nous en coupons un morceau que nous mettons en série avec quelques mètres de fil de cuivre de même diamètre et au moyen d'un accu, nous faisons parcourir l'ensemble par un courant de 4 ou 5ampères. En touchant deux points du fil de maillechort distants de 25 centimètres, nous obtenons dans l'appareil une intensité de 5 milliampères; en répétant l'opération pour deux mètres de fil de cuivre, on obtient 2 milliampères. Le rapport des résistances est donc 2,5 et puisque 1 mètre de fil de cuivre de 1 m/m de diamètre représente 0,02 ohms, la résistance cherchée est de 1 vingt-cinquième d'ohm; la résistivité du maillechort est 20 fois celle du cuivre.

Nous avons détérioré un appareil électrique: le milli va nous servir à localiser le défaut. Voici par exemple notre trasfo d'émission qui a claqué: le secondaire est en contact avec le primaire. Si ce contact était franc, la mesure serait immédiate, mais ce n'est certainement pas le cas; la haute tension a carbonisé l'isolant, le contact est plus ou moins oxydé ou charbonneux et nous n'avons aucune idée sur la valeur de sa résistance. Il nous faut donc monter un pont de Wheatstone et nous éliminerons l'influence du mauvais contact X en nous servant de lui pour amener le courant. Nous contituerons donc un pont analogue à celui de la figure 4 avec les deux parties

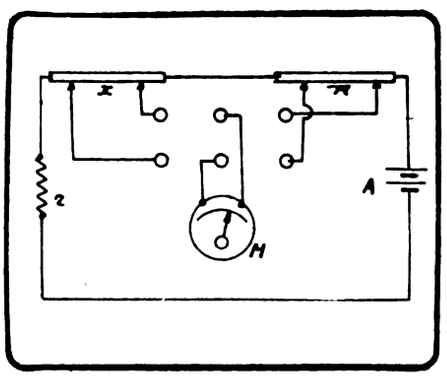


FIG. 3

A et B du secondaire qui sont de chaque côté du défaut et un potentiomètre C D; le rapport des résistances C et D nous renseignera sur le point où a eu lieu le contact; si en particulier C = D c'est-à-dire si le curseur du potentiomètre est au milieu de sa course, c'est que le secondaire a claqué à égale distance des extrémités.

Nous procéderions de même si nous avions une perte à la terre sur un fil téléphonique.

Pour un induit de moteur à courant continu, les montages sont un peu différents; les dérangements peuvent d'ailleurs affecter des formes variées: rupture de fil, court-circuit entre spires, perte à la masse. Examinons l'une après l'autre ces diverses hypothèses.

Supposons d'abord qu'il s'agisse d'une rupture. Sans exciter les inducteurs pour éviter que la machine ne se mette à tourner, envoyons du courant dans l'induit au moyen des balais, puis avec deux fils reliés au milli touchons deux lames consécutives; en général nous constaterons que le milli ne dévie que très peu ou même pas du tout, mais si nous recommençons l'expérience en prenant les unes après les autres, deux par deux, toutes les lames consécutives du collecteur, il arrivera une fois où nous obtiendrons une brusque déviation; la coupure se trouvera alors entre les deux lames utilisées car alors le milli se trouve soumis à toute la tension appliquée sur les balais principaux.

Voyons maintenant ce qu'il faut faire pour une perte à la masse. Alimentons comme tout à l'heure les balais principaux par un accu P, puis branchons le milli (fig. 5) entre un des balais A et la masse T et faisons tourner lentement l'induit à la main. Le courant qui passe dans l'appareil de mesure est évidemment proportionnel à la tension qui existe entre le balai A et le défaut D; lorsque ce courant sera nul, c'est que la section endommagée passe sous les balais.

Pour rechercher un court-circuit entre spires on fera passer encore un courant dans l'induit puis, avec le milli on touchera deux lames consécutives du collecteur; si dans une certaine région on trouve un courant nul, c'est que les sections extrêmes qui la délimitent sont en

---

Utilisé en milliampèremètre, notre appareil peut nous rendre de nombreux services, mais rien ne nous empêche de le transformer à peu de frais en ampèremètre ou en voltmètre, ce qui nous permettra d'étendre le champ de nos possibilités.

Pour obtenir un ampèremètre, il nous suffit de shunter notre appareil, c'est-à-dire de mettre en dérivation à ses bornes une résistance qui laisse passer l'excès de courant.

Raisonnons sur un appareil normal qui a une résistance de 50 ohms et qui donne sa déviation maxima pour 5 milliampères. Nous voulons par exemple lui permettre de mesurer des courants de 10

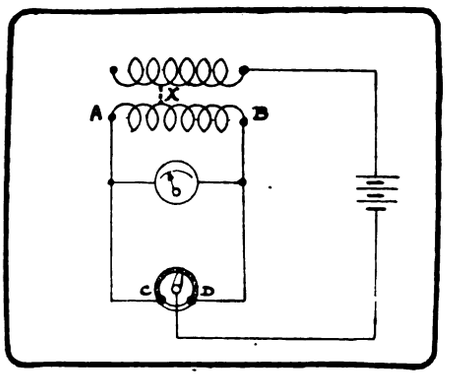


FIG. 4

Digitized by Google

milliampères: il nous faudra mettre en dérivation à ses bornes un conducteur qui absorbe autant de courant que lui et soit 50 ohms. Cette résistance de 50 ohms, nous pourrons facilement la bobiner avec du fil résistant quelconque (on trouve dans le commerce du fil ayant 200 ou 300 ohms au mètre) et d'ailleurs il sera aussi commode de la déterminer par tâtonnements que la calculer. Pour cela, on mettra le milli dans le circuit plaque d'une lampe et on agira sur le chauffage de celle-ci de manière à obtenir une déviation de 5 millis. Puis, on shuntera le milliampèremètre, sans toucher au reste du montage de manière à réduire la déviation à 2,5; le shunt une fois ainsi déterminé sera monté sur une planchette de manière à rendre son usage plus commode.

On pourra confectionner toute une série de shunts de manière à mesurer des courants beaucoup plus importants, 100 milliampères par exemple pour pouvoir déterminer le courant de chauffage des lampes. Il devra alors passer 5 milliampères dans l'appareil lorsqu'il en passera 100 dans le circuit total, c'est-à-dire 95 dans le shunt; la résistance de celui-ci devra dans ces conditions être 19 fois plus faible que celle du milli, soit un peu supérieure à 2,5 ohms (fig. 6).

Monté ainsi en ampèremètre, notre appareil pourra nous fournir bon nombre de renseignements utiles: mesure de résistances, contrôle de la charge d'accus, etc.

De notre milli, nous pouvons encore faire un voltmètre. Il suffit pour cela de monter en série avec lui des résistances élevées de manière à réduire, lorsque nous nous en servirons, le courant qui le traverse à moins de 5 milliampères.

La résistance de notre milli étant de 50 ohms et le courant qui correspond au maximum de la déviation étant de 5 milliampères, la tension maxima aux bornes est de $50 \times 0{,}005 = 0{,}25$ volt. Notre appareil constitue donc en l'état actuel un millivoltmètre permettant de mesurer des tensions supérieures, il faut augmenter sa résistance à raison de 200 ohms par volt. La résistance supplémentaire à ajouter sera donc 150 ohms si nous voulons pouvoir l'utiliser pour 1 volt, 750 ohms pour 4 volts, un peu moins de 30.000 ohms pour 150 volts.

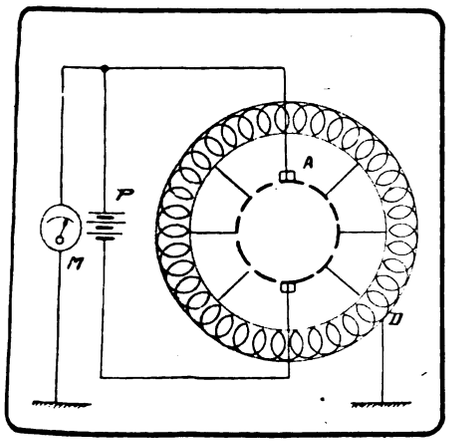


FIG. 5

La constitution de ces résistances n'offre aucune difficulté si l'on possède une bobine de fil très fin et de grande résistivité, maillechort, constantan, nichrome; on trouve d'ailleurs dans le commerce de telles résistances toutes bobinées. Mais on peut même souvent s'en passer. Tout d'abord, on peut faire soi-même, et avec un crayon très tendre, en ayant soin de prendre de bons contacts avec du papier d'étain, des résistances de quelques milliers d'ohms suffisamment stable. Et puis l'on peut également utiliser comme résistance tout ce qui vous tombe sous la main: rhéostats de chauffage de 0 à 50 ohms, potentionmètres de 200 à 1.500 ohms, écouteurs de 500 à 4.000 ohms, sans compter tous les transfos, pick-up en mauvais état qui trainent au fond des

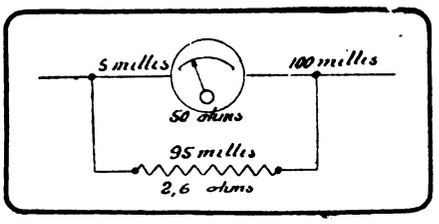


FIG. 6

tiroirs de tout bricoleur. On peut naturellement mettre plusieurs résistances en parallèle, et en particulier constituer un voltmètre pour 110 volts (à étalonner par comparaison) avec notre milli et deux résistances de 80.000 en parallèlle entr-elles.

Lorsqu'on s'est donné beaucoup de peine pour bobiner une résistance métallique élevée, de l'ordre de 30.000 ohms et qu'on s'aperçoit que cette résistance est un peu trop faible, on peut évidemment en bobiner une autre et les mettre en série; mais il est beaucoup plus facile, et il revient au même au point de vue électrique de shunter légèrement le milli; on mettra donc en série la résistance insuffisante, on shutera le milli par un potentiomètre de 600 ohms et on tournera le curseur de celui-ci jusqu'à ce que la division 5 par exemple corresponde exactement à 150 volts. A condition de ne plus toucher dans la suite au potentiomètre, on obtiendra le nombre de volts en multipliant par 30 exactement les indications du milli.

Nous avons admis que la résistance de notre milli était de 50 ohms. Mais

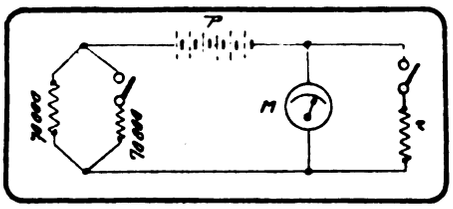


FIG. 7

comment la mesurer s'il s'agit d'un appareil d'un type un peu différent? — C'est bien simple. Au moyen d'une pile P pour tension plaque (fig. 7) et d'une résistance de 70.000 faisons passer dans le milli un certain courant et notons la déviation obtenue. Ensuite, au lieu d'une résistance de 70.000 ohms, mettons en deux en parallèle et shuntons le milli par une résistance variable r jusqu'à ce qu'il indique la même déviation. La résistance x du milli est dans ces condition égale à r puisque la résistance totale du circuit est devenue deux fois plus faible, que par conséquent le courant a doublé, mais qu'il n'en passe que la moitié dans le milli.

Il est de toute évidence que pour avoir une mesure correcte il faut n'utiliser un voltmètre que sur des sources capables de lui fournir sans faiblir le courant qu'il demande. Le voltmètre que nous venons de constituer demandera en principe un courant de quelques milliampères, 5 au maximum. La plupart des sources d'énergie, piles ou accumulateurs, seront capables de débiter sans inconvénients un tel courant, mais il ne faut pas croire que toutes seront nécessairement dans ce cas. Des piles usagées ou un peu trop sèches qui alimentent encore un poste à 2 ou 3 lampes peuvent franchement baisser de tension quand on leur demande 5 milliampères de supplément.

On peut avoir besoin de mesurer la tension donnée par un redresseur de courant; la méthode du voltmètre est alors à rejeter dans le cas le plus général et voici comment on s'y prendra. On fera marcher son poste récepteur dans les conditions normales et, au moyen du milli, on regardera quelle est l'intensité absorbée dans le circuit plaque. Puis on alimentera le poste par une pile à prises multiples, sans rien changer au chauffage ni aux réglages du poste, et on fera varier la tension plaque de manière à retrouver le même courant. La tension donnée par le redresseur en fonctionnement normal est dans ces conditions égale à celle que donne la pile, cette dernière pouvant être directement mesurée au voltmètre car elle peut débiter un courant notable.

GRANIER

Digitized by Google

Réflexions sur l'Alimentation totale sur le Secteur

par P. OLINET, Ingénieur E. S. E.

On ne saurait nier la tendance très nette, manifestée actuellement au sujet des récepteurs de radiophonie. Comme l'auteur a souvent eu l'occasion de l'écrire, ce n'est que l'aboutissement logique de l'évolution de la pratique; on ne saurait concevoir un poste pratique ayant la prétention d'être d'un maniement universel avec tout ce que ce mot comporte de généralité et de complexité sans une alimentation, grâce à une simple prise de courant. C'est le stade que nous aurons actuellement; il est définitif, car c'est lui seul qui assurera la diffusion totale de la T.S.F. Il est intéressant de chercher les raisons qui ont motivé ce recul; ce sera l'introduction de l'article que l'on va lire.

Mais il faut bien reconnaître que le fonctionnement d'un poste alimenté totalement par le secteur, est différent de celui d'un autre. Déjà, M. Mesny, au cours de remarquables études de géométrie au cours de la guerre, a montré l'influence des courants de fuite par les batteries dans le sol, ce qui peut procurer un écart angulaire important dans la mesure des relèvements, erreur systématique, il est vrai, dont on peut donc tenir compte.

On trouvera ci-dessous l'analyse des troubles apportés au fonctionnement, le secteur jouant le rôle de collecteur d'onde sou de terre; de plus, l'allumage ou l'extinction d'autres organes sur le même circuit peuvent procurer des inconvénients qui seront exposées; enfin, la pratique du poste secteur demande en général certaines précautions qui n'ont pas échappé à des constructeurs de lampes qui, si nous sommes bien informés, sont prêts à sortir des valves et lampes palliant à ces ennuis.

L'ALIMENTATION des postes récepteurs entièrement sur le secteur, surtout alternatif qui, d'une part, est le plus généralisé et, d'autre part, se prête le mieux à cette application, est certes, le gros progrès de cette année.

Sortie du domaine du laboratoire et entièrement consacrée au point de vue pratique, la lampe secteur est la plus généralement utilisée. Il est vrai que les résultats obtenus avec ces récepteurs sont au moins aussi bons que ceux dus aux autres postes. En particulier dans le cas du changeur de fréquence où un bruit de fond se manifeste toujours d'une manière telle qu'il reste audible, il n'y a vraiment aucun intérêt à se servir de piles ou d'accumulateurs.

De nombreux postes secteurs sont sur le marché; le lecteur a pu trouver dans *l'Antenne* des descriptions de tels récepteurs; il m'a donc paru intéressant de préciser un certain nombre de points du fonctionnement de tels ensembles.

C'est que, en effet, un certain nombre de différences proviennent soit du fait de l'alimentation elle-même, soit aussi de la nature des lampes qui sont utilisées sur de tels récepteurs.

En effet, au lieu de pouvoir être, dans le cas général, considérés comme isolés du sol au point de vue haute fréquence, ils y sont reliés par suite la capacité non négligeable des fils de ligne amenant le courant. Ceux-ci agissent de diverses manières que nous examinerons donc tout d'abord au point de vue de la collection du courant haute fréquence incident.

De plus, toute manipulation sur le secteur a une répercussion sur le fonctionnement du poste.

Enfin, diverses précautions sont à prendre pour la mise en œuvre du poste.

Pour chacune de ces parties, j'examinerai le fonctionnement, puis le correctif permettant de supprimer les inconvénients constatés.

La première considération importante est que l'on relie le poste au secteur qui constitue, par *l'ensemble des deux fils*, un collecteur d'énergie à haute fréquence. Je laisserai sous silence tout ce qui a trait aux oscillations à plus basse fréquence, car on en trouvera la synthèse plus loin. Elles sont, en général, gênantes car elles n'ont pas une action importante à distance.

Mais il n'en est pas de même au point de vue des ondes captées. Deux cas peuvent alors être envisagés.

Le poste comporte une antenne et une terre; dans ce cas, il faut absolument commencer par mettre un condensateur en série dans chacune des connexions sous peine de voir se réaliser des désastres importants.

L'amateur se rend d'ailleurs vite compte qu'en coupant complètement l'une ou l'autre de ces connexions on conserve une audition bien souvent équivalente sur la majorité des postes, en modifiant évidemment convenablement les accords intéressés par le collecteur.

Dans ce premier cas, aucun remède n'est à proposer puisque la seconde solution le contient intégralement.

Tous les essais que j'ai pu faire à ce sujet m'ont montré qu'il y a toujours avantage — et dans la majorité des cas force majeure — à ce que le secteur joue le rôle de terre tandis qu'on a une antenne auxiliaire.

Bien entendu, des esprits chagrins regretteront cette apparente absence de définition des points de fonctionnement. Il ne faut pas exagérer ce point car dans la totalité des cas on ne saurait agir d'une manière plus précise. En effet, quand on a appliqué à une borne qualifiée « terre » un fil allant à un point quelconque,

Digitized by Google

on ne saurait se faire d'illusion sur cette épithète.

♣

Mais ce point important rappelé, il me paraît beaucoup plus intéressant d'insister sur d'autres cas particuliers que l'on rencontre dans le fonctionnement des postes secteurs.

Le premier point sur lequel je voudrais attirer l'attention du lecteur est le rôle rempli par les fils du secteur au sujet des oscillations analogues en haute fréquence produite sur place.

Un poste étant équipé avec une antenne agissant sur la grille de la première lampe et le secteur relié comme nous allons le voir, au point de vue haute fréquence, au filament ou à la cathode de la dite lampe, il se produit des oscillations le long des fils du secteur; quelles peuvent être les actions de celles-ci?

La réunion du secteur à la cathode peut être réalisé:

1° soit par la capacité entre primaire et secondaire du transformateur d'alimentation des filaments; évidemment ce cas ne constitue pas un idéal car normalement l'isolement est tel que la capacité est faible et le passage est mal assuré aux oscillations à haute fréquence;

2° soit par un jeu de capacités allant à une terre, ou mieux, par une légère capacité en shunt entre enroulements primaires et secondaires.

Ces divers points sont, par ailleurs, assez difficilement précisables car c'est surtout une question d'espèce; tel ou tel transformateur d'alimentation peut, par suite des modalités acceptées pour son bobinage, donner des résultats tandis qu'un autre n'aura q'une audition médiocre avec un autre modèle.

Dans la très grande généralité des cas pourtant, il convient de remarquer qu'on est à peu près sûr d'obtenir des résultats intéressants; en effet, non seulement le transformateur d'alimentation des filaments des lampes triodes interviennent dans ce sens, mais aussi tout l'ensemble redresseur. Dans celui-ci, en effet, la capacité dans les enroulements (capacité répartie) est plus que suffisante pour assurer un passage de choix aux oscillations à haute fréquence.

Donc, quelque soit le mode de connexion du poste ou secteur, quelle sont les actions imposées par des modifications apportées à celui-ci et son état électrique? –

Avant de répondre à cette question, il nous sied de résumer le point de vue expérimental en quelques lignes.

Quand on a un poste secteur en sa possession, on constate rapidement:

1° que l'allumage et l'extinction de lampes branchées sur le même secteur et à proximité produisent des effets très différents: tandis que l'extinction ne se traduit par aucune perturbation, il n'en va pas de même de l'allumage qui donne lieu dans le haut parleur à un choc.

2° que la mise en action de sonneries alimentées sur les mêmes fils ne peut pas être tolérée car l'audition est immédiatement couverte:

3° qu'une sonnerie voisine — même très rapprochée — comme celle d'un appareil téléphonique n'a absolument aucune action sur l'audition.

4° qu'un allumeur électrique provoque, lors de son usage, un violent crachement dans le haut parleur.

Comment peut-on essayer d'expliquer ces constatations ?

La modification de l'état électrique d'un circuit quelconque a pour résultat de provoquer des oscillations. Or que pouvons-nous rencontrer dans le cas qui nous intéresse? On peut ramener à quatre types les phénomènes vibratoires électriques qui prennent naissance dans un tel cas.

Le premier type que — par analogie avec d'autres phénomènes — je nommerai oscillations de démarrage est essentiellement à basse fréquence: c'est le ronflement dû à la consommation dans la rotation d'un moteur à courant continu. Ayant une fréquence à peu près inaudible au démarrage, le ton s'élève et arrive à une fixité relative, à moins que le moteur soit surchargé et qu'il halète suivant les efforts qu'on lui fait fournir. On notera en passant qu'on a là un moyen de vérifier le fonctionnement des moteurs, moyen employé dans un certain nombre de « parc à tramways».

Pour se protéger de ces parasites, il faut remonter à leur source car ils importunent toujours un certain nombre d'usagers. C'est le moteur d'entraînement du pétrin du boulanger du rez-de-chaussée, c'est la turbine des tubes de Rœntgen du médecin de l'immeuble voisin; c'est aussi le tramway qui déambule sous vos fenêtres après avoir empoisonné bien des autres collègues. Dans ce cas le remède est seulement sur l'organe lui-même: mise à la terre à travers deux condensateurs en pont.

Dans le cas de l'allumeur local, du moteur de l'ascenseur de l'immeuble, bien que ce ne soit pas particulièrement gai, on peut se faire une raison en songeant à la brièveté de l'interruption qui lui est ainsi imposé.

En tous cas, il ne faut pas songer à se séparer de ces oscillations gênantes au poste lui-même car on se trouve en plein:

1° dans la gamme des fréquences à transmettre au haut-parleur et que, les supprimer équivaudrait à amputer la musique d'un certain nombre de notes;

2° dans la fréquence du secteur elle-même et que tout shunt essayant de protéger le poste aurait ainsi pour effet d'amener un consommation exagérée de courant.

On peut donc caractériser cette première partie par ce fait que le remède est en dehors des mains de l'usager, qu'il lui faut faire appel au propriétaire du trop bruyant animal lui-même pour se soustraire à son souffle ennuyeux.

Le deuxième mode de production des oscillations sur les fils du secteur est essentiellement différent. A partir de maintenant, étant données les dimensions pratiques des réseaux, nous nous trouvons en présence uniquement d'ondes à haute fréquence et même à très haute fréquence.

Nous en conclurons de suite qu'il ne sera plus difficile de nous en protéger car il nous faudra nous soustraire aux effets d'induction qui sont incomparablement plus puissants. Ceci m'amène, avant de pousser plus avant, à commencer à expliquer les constatations posées plus haut, tout au moins en partie.

L'action d'une sonnerie de téléphone, même quand les circuits sont très voisins, est tout à fait négligeable car d'une part, la section des circuits étant petite, l'induction est réduite; d'autre part, et la fréquence et l'intensité du courant sont basses. Pour les autres phénomènes constatés, nous reviendrons plus loin sur la question.

La production des ondes à haute fréquence peut être le résultat de trois opérations qui constituent les trois autres systèmes envisagés:

a) oscillations directes sur les fils;
b) oscillations de battements;
c) oscillations de court-circuits.

Dans le premier cas, l'allumage d'une lampe ou d'un poste a pour effet de modifier l'état d'équilibre électrique du circuit; de cette modification, comme le montre la théorie d'un circuit oscillant quelconque, nait un train d'ondes amorties ayant une fréquence définie par les constantes électriques du circuit envisagé.

On remarquera que les circuits d'éclairage se prêtent d'autant mieux à cette

Digitized by Google

production que la capacité est en général assez grande. La fréquence est essentiellement variable, mais on peut avoir un action directe sur les auditions; c'est ce que l'on constate dans certains cas lors de l'allumage d'une lampe; les ondes viennent impressionner le haut parleur sous la forme d'un claquement.

Pourtant, il se peut qu'il y ait une action différente assez intéressante à étudier. Supposons un poste réglé sur une longueur d'onde quelconque mais près de la limite d'entretien ou encore un super dont l'amplification à moyenne fréquence est telle qu'on se trouve très près de l'accrochage.

Dans ces cas, il se peut, particulièrement si l'onde incidente a une fréquence très voisine de celle considérée qu'il y ait déclanchement de l'entretien d'oscillations locales sur la longueur d'onde d'accord du poste. Ce phénomène de déclenchement est bien connu dans l'étude des actions des parasites atmosphériques sur un récepteur réglé près d'une limite d'entretien.

De peus, il se peut, dans les très nombreux circuits oscillations que comporte ciellement d'un enroulement d'une ca- un poste — car, outre aux composé offi- pacité, il faut encore tenir compte des transformateurs, du haut parleur, des selfs de filtre, des impédances de liaison, etc. — il y en ait un qui soit en résonance avec la fréquence incidente. Ceci peut donner lieu à de très graves inconvénients, mais qui sont extrêmement passagers; caractère essentiel, ils sont fugitifs.

Nous retrouverons d'ailleurs ces ondes de ligne dans l'étude des vibrations électriques sur les lignes de transport de force. Les traiter ici allongerait exagérément cet article et me ferait beaucoup sortir du cadre de ceś réflexions.

La deuxième catégorie d'oscillations que l'on peut rencontrer dans un tel ensemble consiste dans les oscillations de battements. Intentionnellement, j'écarte de cet article toute formule mathématique, sans quoi il serait intéressant d'étudier le problème de ce point de vue. On verrait, comme je l'ai montré, dans un autre article sur la détection, le résultat des battements d'une onde amortie et d'une onde locale entretenue d'une part, et, aussi, d'une onde incidente modulée dans le cas de la téléphonie.

Pratiquement quels sont les résultats que l'on peut observer ? La phase relative des oscillations intervient tout d'abord. Mais voici les résultats essentiels : on peut observer un soufflement dû son par suite des battements entre une onde entretenue locale (utilisée dans le changement de fréquence) et une oscillation amortie dûe à un déséquilibre électrique des circuits d'alimentations. L'amortissement étant assez grand, on se trouve encore en présence de phénomènes fugitifs sauf dans le cas où les secondes oscillations se répétent souvent. Ce-ci explique que l'interrupteur à turbine des tubes à rayons X produise non pas un son mais bien plutôt un soufflement.

Je signale ceci car on a plutôt tendance à attribuer ce qui est entendu à la rotation elle-même (produisant des trains d'onde) qu'à des battements locaux. Pourtant, l'expérience montre bien la différence entre les sons produits à travers un récepteur ordinaire o uun autre à changement de fréquence.

Le battement suppose l'existence de deux oscillations au moins et le résultat cesse d'être gênant quant l'une disparait. Comme dans les cas précédents le caractère essentiel de ces phénomènes est leur fugacité.

La troisième catégorie d'oscillations produites est celle de décharge; quand un circuit est coupé, étant donné qu'il existait une certaine différence de potentiel, le retour au calme s'effectue grâce à un régime oscillatoire. Toutes les remarques précédentes restent valables ainsi d'ailleurs qu'aux cas de court-circuit.

L'importance qu'il convient d'attribuer à ces oscillations est donc quelconque car leur caractère essentiel est la fugitivité. Ils peuvent être gênants, mais cette gêne ne sera jamais que momentanée.

Dans l'étude des lignes de transport, on le sait, les modifications produites par les ouvertures et fermetures du circuit peuvent amener des dégats considérables. Au point de se demander s'il n'en est pas de même dans le cas présent et comment on peut se protéger de ces dangers.

Le très grand ennemi des lignes de transport, au point de vue qui nous occupe, consiste dans les surtensions ; celles-ci sont dues au fait que les ondes de tensions qui se produisent lors des modifications d'équilibre ont une amplitude qui peut être très supérieure à celle acceptable pour l'isolement réalisé. De ce fait, il y a des claquages aux isolateurs et détérioration de l'isolation de la ligne.

La principale cause de cet état de choses fort ennuyeux réside dans les phénomènes de résonance qui peuvent être réalisés dans les circuits placés sur le parcours de l'onde ainsi produite.

Dans le cas présent un poste récepteur comporte un nombre de circuit oscillants assez grand pour qu'il s'en trouve sûrement un qui soit prêt de la résonance par l'oscillation incidente et il peut en résulter des dégats.

Rarement, d'ailleurs, ceux-ci seront réalisés dans les transformateurs d'alimentation. Deux domaines offrent un champ particulièrement facile aux dévastations et, comme ils sont importants, je voudrais m'y arrêter un peu.

Quels sont les organes d'un récepteur ayant le plus facile amortissement propre? Sans contredit, on les rencontre dnas les enroulements de liaison à basse fréquence et dans le haut parleur.

En effet, dans tous ces organes, le coefficient de self induction est grand (noyau de fer et nombreuses spires), la résistance et la capacité étant assez réréduite. Ainsi un enroulement de 100 henrys ayant une résistance de 5000 ohme (ce qui rentre absolument dans les données pratiques) à un amortissement de 0,125 ce qui n'est pas énorme

Donc la surtension obtenue peut être grande. Il faudrait peut-être voir là le fait fait signalé au début de l'utilisation des radio secteurs de la mort rapide des enroulements de liaison. On a cru devoir attribuer ceci à des variations de la tension d'alimentation. Il semble bien qu'il n'en est rien.

Malheureusement, il est assez difficile de se protéger contre de tels ennuis; la meilleure solution consiste à mon avis à shunter le primaire du transformateur d'alimentation par un condensateur de deux ou trois millièmes de microfarad... à condition qu'il ne se forme pas ainsi un circuit oscillant incriminable.

En résumé, pour tirer des conclusions pratiques de ce très court exposé, il me paraît essentiel de retenir les points suivants:

1° Les phénomènes en face desquels on se trouve peuvent se classer en deux sortes, les premiers ont un caractère d'entretien périodique, et il faut monter à la source même c'est-à-dire à leurs bornes pour s'en protéger.

Les seconds, au contraire, ne sont à craindre, non pas par le trouble apporté aux auditions, mais bien plutôt à cause des détériorations qu'ils sont à même de causer.

Tous deux ont un caractère essentiel commun: ils sont fugaces en ce sens qu'ils disparaissent avec leurs causes... laquelle dans le premier cas peut durer assez longtemps.

2° Dans le cas où on se sert pour l'entraînement d'un moteur de phonogra-

Digitized by Google

phe que l'on fait suivre d'un amplificateur alimenté par le secteur, il faut veiller tout particulièrement au fonctionnement de cet organe.

Etant donné le très grand intérêt actuel de la question, le lecteur trouvera dans un prochain numéro une étude complète de cette question passionnante car elle a transformé les auditions que le phonographe nous permettait auparavant.

⁂

Ces considérations importantes étant émises au sujet de l'alimentation directe par le secteur alternatif, je voudrais en venir à d'autres points de vue essentiellement pratiques.

J'envisagerai deux cas de constitution de postes:

a) le récepteur comporte des lampes à chauffages direct et indirect;

b) il ne comprend que des triodes à chauffage indirect.

Dans les deux cas pourtant, la valve sera à chauffage direct. La très grande majorité des triodes actuellement sur le marché répond d'ailleurs à cela; les inconvénients que je vais signaler ont si bien sauté aux yeux des constructeurs qu'il me semble, si je suis bien informé, que certains ont envie d'y remédier.

Dans le premier cas, on peut avoir par exemple:

une lampe à haute fréquence à écran de grille,

une détectrice à réaction électromagnétique,

toutes deux à chauffage indirect,

et une lampe basse fréquence chauffée directement par le secteur.

Quand on allume la valve de redressement, la tension à vide, par suite de la grande chute de tension interne que l'on rencontre dans ces organes, est considérablement plus élevée que celle d'utilisation; or, par suite de ce que seul le filament de la dernière a atteint sa température de fonctionnement normal, elle seule absorbe du courant mais beaucoup moins que l'ensemble du récepteur; elle est donc surchargée.

Il y a là un double inconvénient qu'il importe de signaler. Le redressement, au fur et à mesure que les filaments des autres lampes atteignent leur température de fonctionnement, l'état de chose se modifie et tend vers le régime normal. Mais il n'en est pas moins vrai que pendant un temps assez long la tension appliquée sur la lampe à chauffage direct est beaucoup plus élevé qu'il ne conviendrait.

Il en résulte deux inconvénients importants:

a) d'une part, la vie de la lampe est réduite puisqu'on augmente beaucoup le courant que l'on demande au filament qui, en quelque sorte, se vide plus vite d'énergie;

b) d'autre part, les organes de liaison ne sont pas toujours capables de supporter une surintensité de cet ordre tant par suite des modifications brusques que par sa valeur réelle.

Mais, comme nous le verrons pour l'ensemble de ces deux cas, on peut aussi facilement obvier à cet inconvénient qu'au suivant.

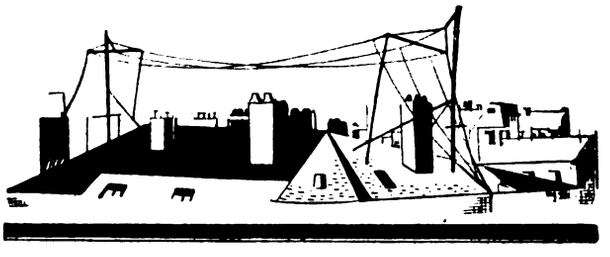
Dans le second cas, la tension à vide qui est, comme je l'ai fait remarquer ci-dessus beaucoup plus élevée que celle de travail, est appliquée tant que les lampes ne sont pas à la température de fonctionnement.

Pour remédier à ces inconvénients, il suffit:

Ou de n'allumer la valve que trois ou quatre minutes après les lampes pour être sûr de leur mise en marche.

Ou d'employer des valves du même modèle que les lampes. Nous reviendrons bientôt sur la question.

P. Olivet



Digitized by Google

LES LAMPES-SECTEUR

Chauffage direct et indirect

par R. BARTHELEMY, Ingénieur E. S. E.

La lampe à trois électrodes a animé la vie de la T.S.F. jusqu'à nos jours, mais on peut admettre que c'est grâce à son adaptation à l'alimentation totale sur le secteur qu'est due la plus prodigieuse expansion à laquelle on assiste en ce moment.

Il importait de bien préciser dans ces colonnes les définitions des triodes à chauffage direct et indirect; nous avons demandé à M. Barthélémy, spécialiste avisé de l'alimentation totale de traiter ci-dessous cette question pour le lecteur.

CETTE question est souvent posée et discutée, et les résultats des controverses ne suffisent pas, en général, à définir la meilleure méthode, car on n'envisage, la plupart du temps, qu'un côté de la question.

Parfois on a qualifié de chauffage indirect le système qui consiste à utiliser l'alternatif redressé du secteur, à le filtrer à l'aide de selfs, de condensateurs plus ou moins secs, voire même d'accumulateurs. Disons de suite que nous ne visons nullement la discussion de cette alimentation indirecte par le secteur, laquelle, à notre avis, ne présente qu'un intérêt de transition, et qui disparaîtra fatalement devant des procédés, qui, à résultats égaux, sont beaucoup plus simples et plus stables.

Nous limiterons nos considérations à la comparaison, sous plusieurs points de vue, des lampes qui reçoivent, dans leur culot, le courant alternatif et qui l'utilisent soit par le passage dans le filament émetteur d'électrons, (chauffage direct), soit par le passage dans une résistance auxiliaire qui chauffe une surface émettrice d'électrons, en évitant tout contact électrique avec cette cathode (chauffage indirect).

Nous étudierons, pour chaque sorte de lampe, la manière dont elle se comporte, pour les différentes fonctions qu'on lui demande de remplir; nous mettrons aussi en évidence les conséquences qui résultent des consommations différentes et qui ne se limitent pas à une question de dépense de courant.

Peut-être va-t-on m'accuser par avance de parti-pris en faveur du système que je préconise depuis 10 ans. Je demanderai au lecteur qui aura déjà fait le sacrifice de commencer cet article d'aller jusqu'au bout de sa peine et surtout de ne porter un jugement définitif, même s'il est convaincu par mes arguments, qu'après une expérience effectuée scientifiquement.

Voici ce qu'un premier examen d'ensemble nous indique:

Chauffage direct. — Lampes ayant un filament à bas voltage, 0 v. 6 à 0 v. 7, consommant 1 ampère, présentant sensiblement les mêmes caractéristiques, grille et plaque, que les lampes correspondantes, 4 v., destinées à l'alimentation par accumulateurs; brochage ordinaire des culots.

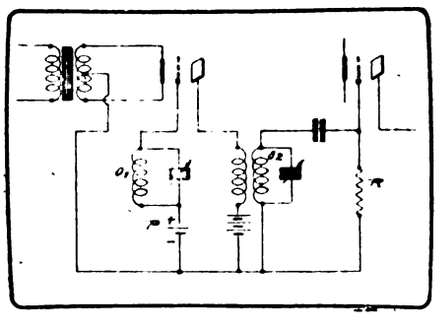


FIG. 1

Température de régime atteinte en 3 ou 4 secondes.

Chauffage indirect. — Lampes possédant une chaufferette auxiliaire, fonctionnant sous 4 v., et absorbant 1 ampère. Le réseau des caractéristiques est en général *meilleur* que celui des lampes correspondantes, à volts, à cause du plus fort courant de saturation, Le quotient $\frac{K}{\rho}$ (K coefficient d'amplification, ρ résistance interne) est plus élevé. Brochage spécial, avec une 5me broche pour la connexion de la cathode émettrice. Température du régime atteinte en 30 ou 40 secondes.

Nous allons étudier successivement ces lampes dans les 4 fonctions principales suivantes qu'on peut rencontrer actuellement dans les postes récepteurs:

Amplification haute fréquence ou moyenne fréquence.

Changement de fréquence.

Détection.

Amplification basse fréquence.

1° AMPLIFICATION H. F.

Il s'agit, en général, de montages à résonance ou à bobines de choc, c'est-à-dire de schémas, dans lesquels l'impédance d'utilisation anodique est à peu près nulle pour les oscillations de basse fréquence comme celles qui seraient provoquées par le secteur. Autrement dit, un tel étage d'amplification (fig. 1) n'introduit pas de *bruit de secteur*, en l'absence de toute réception. dans la lampe suivante. La seule crainte que nous puissions avoir est celle de la modulation de l'onde incidente par les etnsions alternatives utilisées sur la cathode. Ceci est possible, en effet, avec les lampes à chauffage direct, si l'on ne prend pas la précaution, que nous avons définie, dès 1918, de choisir comme « point commun », le milieu du transformateur de chauffage, et de polariser convenablement la grille, pour que son potentiel soit nettement négatif par rapport à toutes les parties du filament. Si l'on réalise ces conditions, on ne trouve pas de différence de

Digitized by Google

fonctionnement avec une lampe à chauffage indirect.

Il existe cependant, dans certains cas, avantage à employer cette dernière.

D'abord, lorsqu'on peut utiliser une amplification par *réaction* très poussée. Nous avons démontré, en effet autrefois (1922) que, dans ce cas, de très petites variations de température de la cathode intervenaient et modulaient la réception. Cet inconvénient est à peu près nul avec le chauffage indirect.

Ensuite, si l'on désire monter une amplification haute-fréquence pour ondes inférieures à 500 mètres, en particulier avec des lampes-écran. La lampe à chauffage indirect permet une réalisation plus facile des impédances d'anode, à cause de sa résistance moins élevée, à K égal. Et ceci est à considérer lorsqu'il s'agit de créer une impédance de plusieurs dizaines de milliers d'ohms, à l'aide d'un circuit accordé sur des fréquences de l'ordre du million.

Par contre, cette considération est négligeable lorsqu'on s'attaque à l'amplification « moyenne fréquence » les impédances accordées de 200.000 ohms ne sont pas d'une grosse difficulté d'exécution avec des longueurs d'onde de 600 mètres, et alors, la lampe-écran à *chauffage direct* est bien à sa place dans cette fonction.

Par ailleurs, il nous a semblé, (n'est-ce pas une illusion) *que le bruit de fond, le souffle*, donné par des lampes-écran en moyenne fréquence à chauffage *indirect* était plus important que celui observé, à *réceptions égales*, avec le filament simple. N'y aurait-il pas là une confirmation de l'hypothèse faite sur l'origine du « souffle », produit par des irrégularités, dans le temps, de l'émission électronique. Ces irrégularités sont certainement plus marquées avec une couche émettrice répartie (comment?) à la surface d'un gros cylindre, qu'avec un filament émetteur de constitution relativement homogène. Nous ne sommes pas les seuls à faire cette remarque; M. Laüt, l'inventeur bien connu du changeur de fréquence, — à titre militaire — a abouti à la même constatation.

2° CHANGEMENT DE FREQUENCE.

Cette opération peut-être effectuée par l'un ou l'autre des types de lampes, avec la seule observation des polarisations négatives, à appliquer aux grilles. Nous avons adopté, pour cette transformation, la trigrille à chauffage direct, pour des raisons d'amplification que nous avons exposées dans le N° de *Q.S.T. et Radiolectricité* de Février, et devons faire remarquer que la grille intérieure, accélératrice, portée à un potentiel de 15 à 20

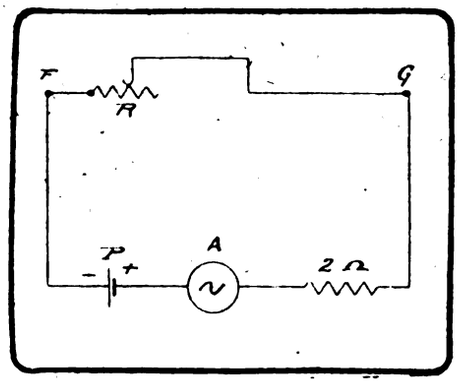


FIG. 2

volts, joue sensiblement pour les autres électrodes, le rôle d'une véritable cathode émettrice, de grande surface qui diminue notablement les effets des potentiels alternatifs appliqués sur le filament. Le chauffage indirect apporterait ici une complication inutile. Il n'en serait pas rigoureusement de même dans le cas du changeur de fréquence bigrille.

3° DETECTION.

C'est ici le nœud de la discussion. On peut penser, à priori, que l'emploi de la lampe à cathode équipotentielle s'impose nettement. Elle offre, en effet, des avantages. Cependant on ne peut pas dire que notre vieille lampe à chauffage direct ne convient pas. Dans bien des cas, en particulier pour les récepteurs simples, nous

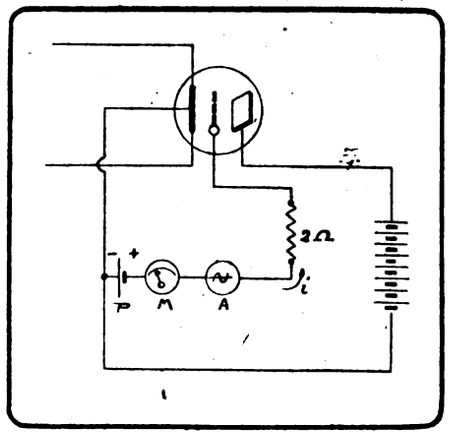


FIG. 3

l'avons estimée suffisante. — Voici pourquoi :

Le circuit oscillant O (fig. 2) est relié à la grille par la capacité C, de 5/100.000me; une résistance de décharge de 2 à 3 mégohms, relie la grille au milieu du transformateur de chauffage, c'est-à-dire à un point équipotentiel du milieu du filament.

Intercalons un micro-ampèremètre M en série avec la résistance R. On constate qu'il existe un courant moyen *i* de 0,2 micro-ampère, environ, avec une lampe radio-secteur nouveau modèle, c'est-à-dire avec un filament chauffé à 0 v. 7 efficace. Le courant est quadruplé sensiblement, avec une lampe T M et 4 v. de chauffage.

L'existence de ce courant est due à ce qu'une partie du filament est toujours négative par rapport au point milieu, et qu'ainsi la grille se trouve portée, à travers la résistance de 2 mégohms, deux fois par période, à un potentiel *légèrement positif* par rapport à une partie du filament.

Nous avons déjà analysé ce phénomène précédemment dans notre livre : « Les Récepteurs sur le secteur », pour l'amplification H F et B F. Dans le montage, en détecteur, la grille va donc subir de petites oscillations par rapport au potentiel du point le plus négatif du filament.

Calculons l'ordre de grandeur des oscillations de grille.

En ce qui concerne le circuit filament-grille, si nous supposons constante, dans le temps, la température du filament, tout se passe comme si le filament était électriquement équipotentiel, d'un bout à l'autre, et si une force électro-motrice appropriée, composée par exemple d'une pile P et d'un alternateur A, donnait deux fois par période du secteur une polarité positive à la grille par rapport au filament (fig. 3).

La force électro-motrice U maxima dans le dit circuit devrait être égal à demi-tension maxima de chauffage du filament en alternatif. L'alternateur A aurait une fréquence double de celle du secteur; sa force électromotrice maxima serait égale à celle de la pile P et égale à $\frac{U}{2}$ La tension pourrait donc être représentée par la courbe (fig. 4) la tension alternative serait, dans le cas de la lampe à gros filament de:

$$\frac{1}{2}U = \frac{1}{2}\,\frac{0^{v},7 \times \sqrt{2}}{2} = 0^{v},25_{\text{env.}}$$

Cette tension, ajoutée à la tension continue de 0v,25, est appliquée au circuit comprenant la résistance de 2 mégohms et l'espace filament grille.

La répartition des potentiels s'effectue proportionnellement aux résistances. La résistance, en régime variable de l'espace

Digitized by Google

filament-grille, peut-être déduite de la caractéristique grille. On a (fig. 4)

$$tg\,\alpha = f(U_g)$$

La résistance R, pour la tension grille O A est :

$$R = \frac{d\,u_g}{d\,i_g} = c\,tg\,\alpha$$

α étant la pente de la tangente à la caractéristique au point d'abcisse, OA (fig. 4).

La résistance R, ainsi calculée, peut varier de 15.000 à 20.000 ohms, pour des tensions de quelques dixièmes de volt, jusqu'à l'infini, pour une tension grille nulle. R. peut s'écrire, approximativement, sous la forme:

La figure 5 schématise le circuit constitué par la pile P, l'alternateur A la résistance de 2 mégohms, et la résistance variable R, de l'espace filament-grille.

L'équation qui donne la tension U_g, en fonction du temps, entre la grille et le filament équipotentiel, est du 2me degré; le lecteur l'obtiendra aisément en supposant la relation:

$$R = \frac{A}{U_g}$$

exacte, et en donnant à A la valeur de 4.000 (résistance filament-grille de 20.000 ohms pour tension grille positive de 0v,2). Ceci peut varier, bien entendu, avec le type de lampe.

Cette équation s'écrit:

$$U_g = \frac{A}{U_g}\,\frac{0{,}25\,(1+\sin 2\,\omega t)}{2.10^5 + \frac{A}{U_g}}$$

(ω est la pulsation du secteur).

On constate, en résolvant, que les oscillations positives de la grille, par rapport au filament fictif, ne sont tout au plus, que de 1 à 2 centièmes de volt.

Tout se passe, dans notre lampe détectrice, possédant le filament équipotentiel. comme si la grille oscillait, deux fois par période du secteur, de 1 à 2/100me de volt par rapport au filament.

L'effet produit ne trouble pas sensiblement le fonctionnement en détectrice car:

1° la perturbation du courant plaque résultante est petite. On peut d'ailleurs la compenser;

2° le point de fonctionnement de la grille, en détectrice est convenablement placé sur la caractéristique, tout comme dans le cas du continu, donc la sensibilité est du même ordre;

3° on pourrait craindre un effet modulateur dû au déplacement, 100 fois par seconde, du point de fonctionnement sur la caractéristique; en pratique, il est peu perceptible.

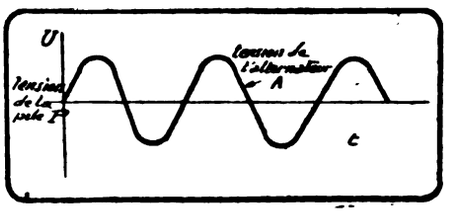


FIG. 4

C'est cependant là l'objection la plus grave; et elle est fondée, avec certaines lampes, et surtout pour la réception des petites oscillations.

En effet pour des oscillations H F, qui font varier le potentiel moyen de la grille de quelques dixièmes de volt, parfois de quelques volts, la position, à quelques centièmes de volts près, du point de fonctionnement n'influe pas sur la détection.

Mais on conçoit que si les oscillations à détecter sont du même ordre de grandeur, ou plus petites, que les variations parasites du potentiel grille par rapport au filament fictif équipotentiel, une déformation peut exister, provenant de *la qualité variable* du détecteur. En effet, rien ne prouve que la lampe détecte aussi bien, lorsque le point de fonctionnement est en M, que lorsqu'il est en M′ (nous supposons bien entendu que les oscillations HF sont plus petites que OX et OA (fig. 6), caractéristique grille). S'il n'y a pas identité, le courant détecté sera par exemple moins intense en M qu'en M′, pour une même amplitude d'oscillation H F. Il y aura ainsi *déformation* de l'onde reçue, 80 ou 100 fois par seconde, ce qui

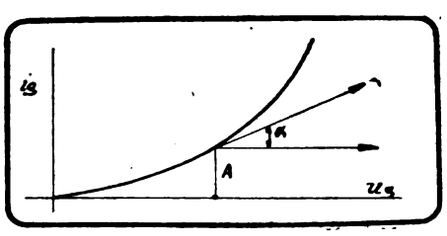


FIG. 4 BIS

produit un effet déplorable en radiophonie.

Disons de suite que l'amplitude maximum OA, étant très petite (0v,01), nous avons quelques chances pour qu'il n'y ait pas de grosses différences dans la détection entre M et M′.

Quelle serait la *courbe* caractéristique du courant grille qui correspondrait à une *détection de qualité constante*, donc évitant toute modulation?

Et n'existe-t-il pas de lampes possédant cette caractéristique?

M. Gutton a clairement démontré que la valeur du courant détecté, pour des petites oscillations était proportionnelle à la différence des pentes de 2 éléments voisins, dans la courbe caractéristique, au voisinage des points de fonctionnement considérés.

Prenons, par exemple; le point M (fig. 7) et considérons des petites oscillations H F allant de M_1 à M_2. Traçons les tangentes $\overline{M_1\,T_1}$ et $\overline{M_2\,T_2}$, en M_1 et M_2.

Le courant détecté aura une valeur — toutes choses égales d'ailleurs — proportionnelle à l'angle φ, des 2 tangentes entre elles. Pour que cette valeur se conserve, si l'on déplace le point de fonctionnement en M′ il faut que l'angle φ' obtenu de la même façon, *par des variations égales de l'abcisse*, soit égal à φ.

Ceci est une propriété qui définit la courbe; celle-ci doit être une parabole. La démonstration est brièvement résumée ainsi:

L'angle φ représentant l'accroissement de la pente, c'est-à-dire la variation de la dérivée première de la courbe, qui est proportionnelle à la dérivée seconde; si φ doit être fixe et indépendant de la variable, c'est que la dérivée seconde doit être constante. Ceci implique que l'équation de la caractéristique cherchée est celle d'une parabole. Cette forme est à peu près réalisée pratiquement dans la plupart des lampes françaises qui *ne sont pas* dénommées détectrices, c'est-à-dire qui ne présentent pas de courbure brusque de la caractéristique grille, due parfois à un mauvais vide. Les dimensions géométriques peuvent également intervenir, mais la question du vide est primordiale — et c'est une des nombreuses raisons, qui militent pour la lampe, spécialement construite pour être chauffée en alternatif. Il est certain que la courbure parabolique de la caractéristique donne un peu moins de sensibilité pour la détection qu'une caractéristique à angle vif, tout au moins pour les oscillations de petite amplitude; mais il n'y a pas à choisir, si l'on ne veut pas obtenir des concerts modulés par le secteur.

Digitized by Google

Les difficultés de la détection par lampe en alternatif ne sont pas insolubles, comme on l'a prétendu; et, par ailleurs, en dehors des raisonnements, l'expérience existe.

La fonction « détection » est ainsi effectuée par la lampe à chauffage direct, dans le cas difficile de la détection par la courbure de la caractéristique « grille ». Elle l'est également par la « courbure plaque » et, dans ces conditions, le bruit résiduel, dû au secteur, est insignifiant. Toutefois on connaît la perte de sensibilité qu'introduit ce dispositif, qu'on ne peut appliquer qu'après une amplification préalable importante — donc dans un récepteur d'un prix déjà élevé. Or, dans cette hypothèse, il vaut mieux ne pas regarder à la petite complication qu'apporte une détectrice à chauffage indirect, et conserver quand même la sensibilité de la détection par condensateur shunté. Avec une telle lampe, et, ne l'oublions pas, un câblage bien fait, qui évite les effets d'induction, on arrive à des résultats qui peuvent satisfaire les auditeurs les plus exigeants. Cet avantage sur la lampe à chauffage direct a deux raisons: Nous venons de montrer que, s'il n'y avait pas de distorsion sensible introduite dans les signaux par le voltage alternatif du filament, il n'en existe pas moins, par suite du *courant grille* variable, une variation du potentiel grille qui introduit du *bruit de secteur* dans le récepteur traversé par le courant plaque. Ce bruit est d'autant plus faible que la tension sur le filament est réduite, mais il existe, et, si l'on fait suivre la détectrice de 2 étages basse fréquence bien établis, le ronronnement dans le haut-parleur négligeable, certes, à côté des réceptions radiophoniques est nettement audible en l'absence de toute émission. Aussi, nous limiterons à un seul étage B F l'amplification qui suit la détection par lampe à chauffage direct. Nous rapelons toutefois qu'il existe des solutions, comme celle que nous avons employée dans le *Radio Secteur* de 1923, comportant des circuits en opposition, qui permettent d'annuler le bruit résiduel.

Il est plus simple aujourd'hui d'utiliser une lampe à chauffage auxiliaire, car, avec la cathode oquipotentielle, il n'y a plus de courant grille dû aux alternances de courant de chauffage.

Un autre avantage de la lampe à chauffage indirect est la conséquence de sa faible résistance interne.

Lorsqu'on peut se rendre compte du bourdonnement propre apporté par un étage B F (fig. 8), on enlève, en général, la lampe précédente (en l'espèce la détectrice) et l'on écoute à l'aide d'un récepteur (H.-P.) branché dans le circuit plaque. On remarque ainsi un ronronnement d'autant plus fort que l'impédance du transformateur basse fréquence T, considéré à *circuit primaire ouvert est élevée*. Ce bruit est sensiblement annulé lors-

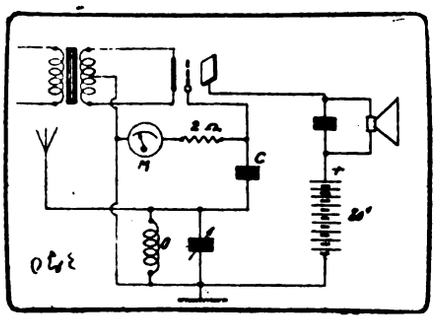


FIG. 5

qu'on met en court-circuit le primaire, ou le secondaire.

Il s'agit là d'un effet d'induction qu'un blindage sérieux ne suffit pas à diminuer, cor il n'y a pas que l'induction électromagnétique. Mais il est évident, si l'on tient compte de l'essai précédent, que ce bruit deviendra aussi faible qu'on voudra en connectant aux bornes primaires P, une résistance R assez petite; c'est, en fait, la résistance filament-plaque de la détectrice.

Dons, pour un *transformateur* T *donné*, la lampe à chauffage indirect, à basse résistance, conviendra mieux que la détectrice à résistance élevées. On gagnera en même temps en qualité, pour la reproduction fidèle de l'amplitude des notes graves.

La lampe à chauffage indirect s'impose encore plus nettement, si l'on envisage un récepteur composé par une dé-

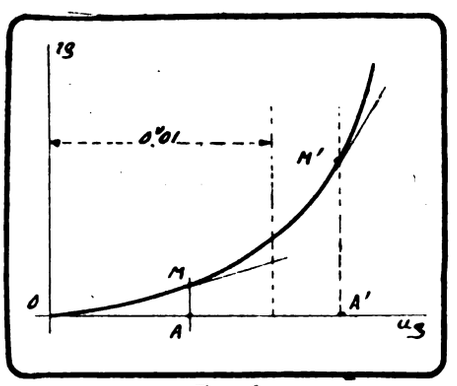


FIG. 6

tectrice à réaction suivie de deux B F. La détectrice à réaction à chauffage direct, comme nous l'avons depuis longtemps indiqué dans notre livre: *L'alimentation des récepteurs par le secteur*, n'est pas à conseiller si l'on veut battre à la fois des records de sensibilité et de pureté; elle est possible pour les réceptions faciles, ou après une forte amplification haute fréquence. Nous avons d'ailleurs basé notre calcul précédent sur cette hypothèse.

AMPLIFICATION BASSE-FREQUENCE

La pratique courante et universellement adoptée à l'heure actuelle a montré que le chauffage direct donnait ici satisfaction, en prenant les précautions classiques, du « point milieu » et de la polarisation. Dans de rares exceptions, par exemple, dans le cas de certains amplificateurs de grande sensibilité et de grande puissance, pour Pick-Up, il vaut mieux adopter comme lampe d'entrée une lampe à chauffage indirect, mais, nous le répétons, ceci n'est qu'une exception justifiée que si l'on dépasse 2 étages d'amplification B F.

Nous avons exposé dans ce qui précède les avantages et les inconvénients des deux types de lampes, aux points de vue principalement de la *pureté* et de la *fidélité* de reproduction.

Examinons maintenant les conséquences qui découlent des consommations différentes et des constantes de temps d'allumage.

a) *Consommation.* — En premier lieu, on peut noter que la dépense de courant, est 5 fois plus élevée avec les lampes à chauffage indirect. Au bout d'un an, ceci représente une certaine somme à payer à la Cie d'Electricité.

Ensuite, le transformateur devant être prévu pour une plus grosse puissance, coûtera plus cher d'achat et sera plus encombrant.

Enfin, l'objection principale, que les principaux protagonistes de la lampe à cathode auxiliaire ne semblent pas avoir prévue, est la suivante:

Nous avons démontré (1928-29) que, pour éviter les innombrables parasites industriels, véhiculés par le secteur, dans le cas d'un appareil *sensible*, fonctionnant sur *cadre*, sans *prise de terre*, il était indispensable de réduire à une valeur *infime* la *capacité* de couplage entre le *récepteur* et le *secteur*. Ceci a conduit à construire des transformateurs d'alimentation spéciaux, présentant des fuites importantes, et dont l'utilisation spécifique, en volume, est assez faible. De tels transformateurs ont un encombrement acceptable, si l'on ne demande, au secondaire, qu'une trentaine de watts; mais on arrive

Digitized by Google

à concevoir des monstres, si, en maintenant la même valeur de capacités parasites, on veut obtenir, par exemple, 60 watts.

Ceci est un inconvénient dont il ne faut pas dissimuler la gravité, le problème de la protection contre les parasites, étant au moins aussi important que celui de la fidélité de réception. La solution adoptée à l'étranger est de ne *pas construire d'appareils sensibles, sur secteur*, solution du moindre effort et par ailleurs impossible en France, à cause de notre « organisation » radiophonique. Donc, n'abandonnons pas nos lampes à gros filaments, et remarquons que les Américains y reviennent...

b) *Constante de temps d'allumage. — Surtensions.* — Si l'auditeur peut supporter d'attendre 30 ou 40 secondes pour que la cathode émettrice prenne la température d'émission, il y a des organes, dans le récepteur, qui admettent beaucoup moins facilement cette temporisation. Ce sont les valves de redressement de la tension plaque, et les condensateurs du filtre.

En effet, au moment de l'établissement du courant, les cathodes des lampes étant froides, le courant plaque débité est nul, la tension plaque monte dangereusement, et fait parfois claquer les isolements. Le phénomène est encore plus accentué si le poste est muni d'un régulateur d'intensité. Le chauffage des valves atteint aussi des valeurs supérieures à 50 % au chiffre de régime. C'est pour ce motif qu'on trouve parfois des *valves à chauffage indirect*, ce qui peut, à priori, paraître une plaisanterie. Les valves et les lampes prennent, dans ce système, leur régime simultanément et les surtensions sont évitées. Mais alors la consommation est encore accrue, et nous venons d'en voir l'inconvénient.

Il faudrait, pour être complet, établir maintenant des comparaisons de robustesse et de prix. Mais ceci est trop proche d'un domaine commercial, où nous ne voulons pas pénétrer, laissant au lecteur le soin de lire les notices et de se documenter sur la durée des lampes.

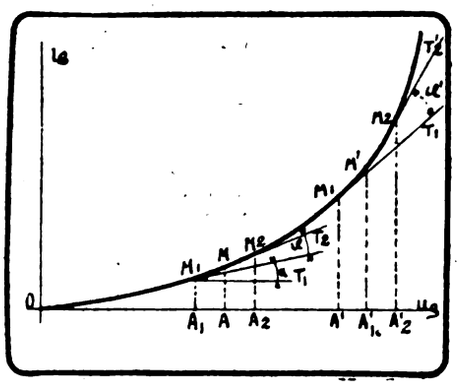


FIG. 7

La conclusion de notre étude peut s'énoncer ainsi: La lampe à chauffage indirect, bien que répondant à la définition d'une cathode équipotentielle parfaite, ne s'impose pas, en pratique, dans la plupart des cas. Elle introduit même des inconvénients assez sérieux pour qu'on lui préfère souvent la lampe à bas voltage, à chauffage direct, en particulier pour les récepteurs sensibles. Toutefois, en ce qui concerne la fonction « détection » dans ces postes sensibles, l'usage d'une lampe à chaufferette auxiliaire est à préconiser. (1)

Dans d'autres cas, (postes peu sensibles, fonctionnant sur antenne et *avec prise de terre*) la lampe à chauffage indirect est particulièrement indiquée comme détectrice à réaction, ou amplificatrice H F, pour ondes moyennes, sans qu'elle puisse, par exemple, apporter un avantage très mafqué, sur la lampe à gros filament, dans des récepteurs simples, comme le C. 119 nouvelle manière, comportant: 1 H F-écran, 1 détectrice et 1 trigrille B F.

R. BARTHELEMY,
Ingénieur E. S. E.

---

(1) On peut remarquer que plusieurs firmes, parmi les plus importantes, ont adopté cette formule mixte, et établi des récepteurs comportant tous les perfectionnements de la technique moderne: régulation automatique, transformateurs découplés, etc...

Ils comportent:

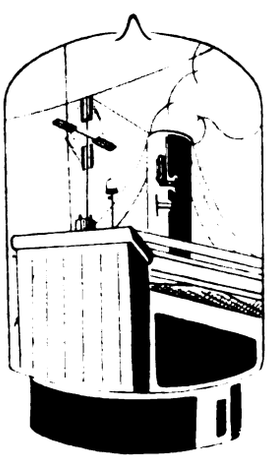
1 Trigrille, changeuse re fréquence, à chauffage direct;

2 lampes écran, moyenne fréquence, chauffage direct;

1 Détectrice à chauffage indirect;

1 Basse fréquence Trigrille, à chauffage direct, et tension plaque élevée.

Note de l'auteur



Digitized by Google

LES RELAIS

Par J. BARRÉ, Ingénieur E. S. E.

Bien des amateurs rêvent souvent de pouvoir être possesseur d'un relai qui leur permette une manipulation aisée à distance des commandes d'allumage et d'extinction de leur poste.

D'autres trouveront intéressant des relais ayant pour but de mettre en branle une sonnerie indicatrice, un panneau mobile, etc...

C'est à tous ceux-ci que l'auteur s'adresse ci-dessous ainsi qu'à ceux qui ont la curiosité éveillée.

UNE des tendances caractéristiques de notre siècle est la progression vers la suppression du contrôle humain, et son remplacement par le contrôle mécanique. Déjà, tant en France qu'à l'étranger, de nombreuses sous-stations électriques sont entièrement automatiques, la surveillance et la mise en route des machines sont effectuées par d'ingénieux dispositifs électro-mécaniques. Les signaux électriques automatiques se répandent de plus en plus dans les chemins de fer; il y a quelques temps déjà, en Amérique, était réalisé sous le nom de « Télévox » un automate capable d'effectuer certaines opérations déterminées à l'avance, et cela, à la simple réception d'un signal téléphonique; en Amérique également était réalisé un appareil allumant automatiquement les phares d'un camp d'aviation dès que le bruit d'un moteur était perçu. — Plus récemment, Marconi, à bord de son yacht, allumait les lampes de l'exposition de Sydney; un avion sans pilote évoluait longuement et correctement, dirigé par télémécanique, etc..., nous pourrions multiplier les exemples à l'infini.

Il est hors de doute que la télémécanique continuera à faire des progrès de plus en plus rapides, pour arriver finalement à des appareils si perfectionnés qu'ils pourront, pour beaucoup de choses, remplacer l'intelligence humaine — telles les « Machines-mains » dont parlent Claude Farrère et Wells — Le développement de cette nouvelle science, — nouvelle, puisque les premiers essais, d'un retentissement mondial, ont été faits par Branly peu de temps après l'utilisation pratique des ondes hertziennes — n'a été aussi rapide que parce que nous possédions déjà des appareils d'un extrême degré de perfection, qui sont les relais et les sélecteurs, appareils dont l'association, en quelque sorte intelligente, peut effectuer avec une extrême sécurité, les opérations les plus complexes.

Nous nous proposons dans cet article d'étudier, un peu sommairement, car le sujet est extrêmement vaste, les principes des relais actuellement employés, leurs caractéristiques importantes, et nous donnerons, pour terminer, quelques indications pour leur construction.

PRINCIPE ET REALISATIONS

En principe, un relai est un organe asservi permettant l'obtention d'effets disproportionnés avec leur cause initiale. Il est bien évident, par exemple, que les signaux hertziens n'auront jamais assez d'énergie, même après amplification, pour manœuvrer les commandes d'un avion. L'interposition d'un relai rend cette opération des plus aisées. Cette simple définition implique l'existence d'actions mécaniques, donc un relai comprendra nécessairement un électro-aimant. Son armature, mobile d'une manière différente suivant les diverses réalisations, a pour rôle l'ouverture et la fermeture de circuits électriques secondaires, possédant une énergie suffisante pour produire les effets désirés. Nous remarquerons tout d'abord qu'un relai est un instrument de précision, puisque, par définition même, il fonctionne normalement quand les autres appareils, placés dans les mêmes conditions, restent au repos. Ceci est encore plus vrai pour les relais destinés à recevoir des signaux très faibles et pour ceux placés dans des conditions défavorables, sur des avions par exemple. C'est pourquoi leur construction exige une attention toute spéciale et des calculs minutieux pour déterminer les meilleures dispositions à adopter, bref toute une étendue qui ne peut être faite que par des techniciens très avertis dans des laboratoires parfaitement outillés.

Ceci dit, les relais peuvent se classer en relais pour courant continu et relais pour courant alternatif. Chacune de ces grandes classes se subdivise en groupes suivant les conditions d'emploi particulières que nous étudierons plus loin.

I. — RELAIS POUR COURANT CONTINU.

La forme la plus simple que l'on puisse concevoir est celle d'un électro-aimant droit attirant une armature en fer doux.

Cette réalisation, par trop primitive, présente de nombreux défauts dont nous ne signalerons que les principaux: manque de sensibilité, faible course de l'armature, faible effort initial, impossibilité de séparer les courants continus des courants alternatifs.

Un grand progrès pour l'augmentation de sensibilité a été réalisé par l'emploi des *relais polarisés*. Dans ceux-ci, l'armature, au lieu d'être une simple palette de fer dans un état magnétiquement neutre, est au contraire maintenue aimantée par un aimant permanent auxiliaire. C'est la seule disposition qui soit actuellement retenue pour les relais sensibles, malgré la présence d'un organe supplémentaire.

On pourrait penser en effet à constituer l'armature par un aimant, sous forme d'une palette d'acier aimanté. Cette idée séduisante à première vue, est peu intéressante en pratique, car l'armature doit être très légère afin d'augmenter à la fois la sensibilité et la rapidité de fonctionnement. Etant très légère, elle est forcément de faible section, puisque sa longueur est imposée par les cotes d'encombrement des bobines; elle possède donc une aimantation permanente très faible, si faible même qu'elle risquerait de se trouver accidentellement inférieure à celle des pièces polaires de l'électro-aimant. Une désaimantation pourrait se produire, ce qui mettrait l'appareil hors service.

Il n'en est pas de même avec la disposition actuellement adoptée car l'aimant permanent employé est très puissant.

Comme modèle de ce genre nous citerons le *relai Baudot* extrêmement employé dans toutes les expériences de télémécanique et sur les lignes télégraphiques à transmission rapide, dont le trafic, au fond, n'est que de la télémécanique plus ou moins différée.

Digitized by Google

Ce relai, dont nous donnons le schéma (fig. 1), est constitué de deux électro-aimants droits et d'une armature maintenue aimantée par un puissant aimant permanent en fer à cheval. L'armature a une forme spéciale: la palette de fer doux qui la constitue est fixée en son milieu à une tige de fer coupée par une

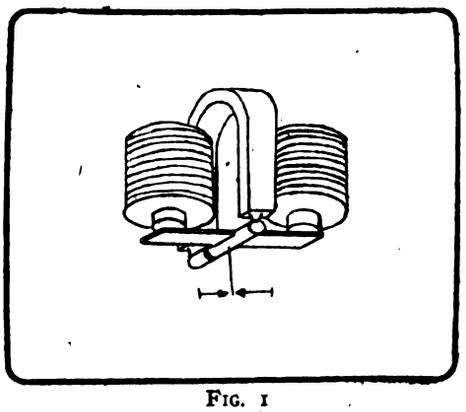


FIG. 1

rondelle de métal non magnétique, du laiton par exemple. Les deux extrémités de cette tige se trouvent à une faible distance des pôles de l'aimant, sans toutefois le toucher, et portent deux pivots articulés dans deux supports en métal non magnétique (fig. 2). Cette tige est ainsi traversée par un flux intense, provoquant l'apparition de deux pôles de nom contraire de part et d'autre de la rondelle de laiton et, par suite, de deux pôles de même nom aux extrémités de l'armature. Ces deux pôles se trouvent en face des épanouissements polaires des deux électro-aimants droits, dont les bobines sont montées en série, de façon à produire des actions concordantes sur l'armature. La force qui s'exerce sur l'armature est ainsi double de celle qui s'exercerait sur un relai ordinaire, la rapidité de fonctionnement est ainsi très grande, ainsi que la sécurité dans l'emploi. Pour établir les contacts secondaires, l'axe porte perpendiculairement à la palette une pièce conductrice qui se déplace entre deux vis réglables dont l'une constitue le plot de travail et l'autre le plot de repos. Le fonctionnement de l'appareil étant extrêmement franc, la distance de ces deux contacts peut être réduite à ½ m/m, défalcation faite de l'épaisseur de la pièce mobile.

Cet appareil, bien réglé, passe d'un plot à l'autre en moins de 1/100me de seconde. C'est dire tout le parti que l'on peut en tirer dans tous les cas où un fonctionnement instantané est exigé. Malheureusement son réglage est délicat, et le grand soin qu'il est indispensable d'apporter à sa fabrication en fait un appareil coûteux.

Un autre exemple de relai polarisé nous est fourni par le *relai d'Arlincourt* qui est schématisé (fig. 3). Il se compose essentiellement d'un électro-aimant en fer à cheval, dont les noyaux présentent deux saillies C et C'. Sous l'influence du courant elles prennent des polarités de signe contraire à celles des extrémités. Entre elles se déplace une armature dont les extrémités sont maintenues à une polarité convenable par un puissant aimant permanent. Lorsque aucun courant ne parcourt l'électro, l'armature est maintenue par son aimantation propre contre la saillie la plus voisine. Lorsque le courant passe, l'armature est attirée et le contact vient sur le plot de travail. A la rupture, la polarité des saillies change de signe, en vertu de l'aimantation rémanente, et la palette est repoussée à sa position initiale.

Ce relai, dont le fonctionnement, principalement pour le retour de l'armature, n'offrait pas toutes les garanties désirables de sécurité, a été remplacé sur les lignes télégraphiques par le relai Willot, dans lequel deux armatures solidaires l'une de l'autre sont attirées par deux paires de saillies. Les effets de la rémanence s'équilibrant, un ressort de rappel a été prévu pour passer de la position de travail à celle de repos.

Nous ne donnerons pas d'autre exemple de relais polarisés, ces types choisis parmi les plus parfaits existant à l'heure

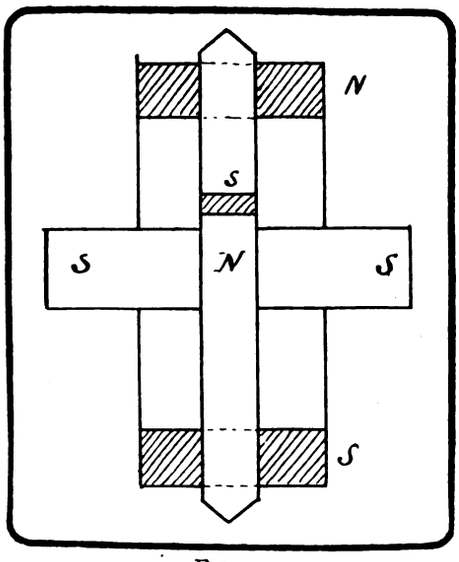


FIG. 2

actuelle donneront, nous l'espérons, une idée nette de la constitution de ce genre d'appareils.

Les relais fonctionnant sur continu sont d'une variété d'emplois assez restreints en télémécanique: ils ne peuvent guère commander qu'une seule manœuvre, et si l'on veut en effectuer plusieurs suivant un ordre déterminé, il faut recourir à des dispositions mécaniques fort compliquées: sélecteurs et verrouillages. Nous verrons qu'avec des relais étudiés spécialement pour le fonctionnement sur courant alternatif, des combinaisons beaucoup plus simples donnent un nombre de manœuvres différentes aussi grand qu'on le veut.

Poursuivant l'étude des relais pour continu, nous envisagerons maintenant une donnée fondamentale, celle de la rapidité de fonctionnement. Un relai en effet, quel qu'il soit, ne peut fonctionner instantanément: les phénomènes de self-induction dans les enroulements et d'inertie des parties mobiles sont tels qu'un temps appréciable s'écoule toujours entre le moment où le courant de commande a été lancé et celui où la manœuvre a été exécutée, et ce temps ne peut descendre au-dessous d'une certaine limite que nous considérons actuellement comme atteinte par le relai Baudot. Pour fixer les idées, nous préciserons que, pour les relais ordinaires, ce temps varie peu autour du centième de seconde.

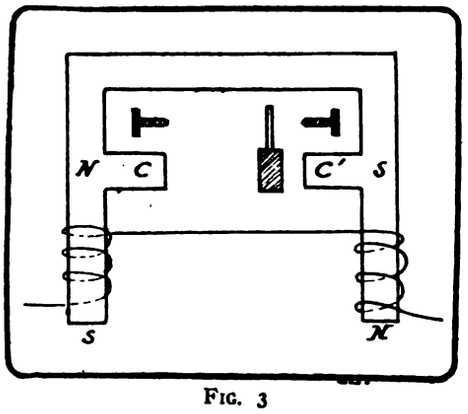


FIG. 3

Deux tendances se sont manifestés au cours des perfectionnements: la réduction de la durée de fonctionnement: ce sont les relais instantanés; l'augmentation suivant une loi connue de ce temps: ce sont les relais différés.

La réalisation des relais instantanés a toujours été considérée comme très difficile. En effet la rapidité dépend de deux facteurs indépendants l'un de l'autre: les conditions mécaniques et les conditions électriques.

Les conditions mécaniques imposent l'emploi de pièces mobiles très légères, ayant un moment d'inertie aussi faible que possible, de façon à entrer en mouvement sous l'action de forces aussi faibles que possible, garantie de fonctionnement régulier. Mais on est limité, et très rapidement, dans cette voie, par des considérations de résistance mécanique: un relai est un appareil industriel, et les efforts que ses pièces peuvent avoir à supporter sont assez importants: on compte en effet une force

Digitized by Google

de 15 grammes par contact, en moyenne, et beaucoup de relais possèdent jusqu'à 3, 4 et même 6 contacts simultanés.

C'est donc du côté des solutions électriques qu'il faut se tourner, et les essais n'ont pas été très heureux jusqu'alors. Le grand obstacle est la non-instantanéité de l'établissement du courant, dû à la self-

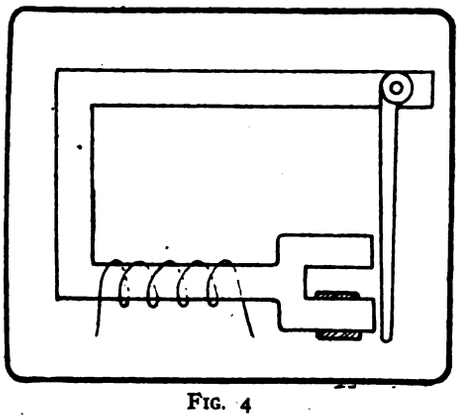


FIG. 4

induction importante de l'enroulement. On ne peut diminuer le nombre de tours des bobines, car ce serait diminuer la sensibilité; la solution adoptée actuellement consiste à ouvrir le circuit magnétique, de manière à diminuer le flux, et à compenser la diminution de sensibilité par des dispositions spéciales — c'est ainsi que sont construits les relais Baudot où, au lieu d'un électro en fer à cheval, on emploie deux électro droits.

Une solution partielle a été trouvée dans ces dernières années pour augmenter la rapidité de retour au repos en neutralisant les effets de la rémanence. Elle consiste à disposer sur le noyau et *du côté opposé à l'armature*, un collier de cuivre; à la rupture du courant, il se comporte comme un secondaire de transformateur en court-circuit, et les courants induits qui le traversent diminuent le flux dans l'entrefer, donc la force attractive à la rupture.

La construction des relais différés est au contraire beaucoup plus facile. Il suffit de freiner le mouvement de l'armature par des amortisseurs à air ou à liquides, donnant une résistance proportionnelles à la vitesse. C'est un dispositif simple, qu'on emploie quand il faut produire des retards de quelques secondes (cas de la remise à l'heure des horloges). Le réglage se fait par le calibrage de l'orifice d'échappement du fluide.

Pour des retards n'excédant pas une demi-seconde, on peut appliquer la solution que nous rappelions un peu plus haut, mais en disposant le collier de cuivre *du côté de l'armature*: le champ provenant des courants induits renforce le champ dans l'entrefer, et produit ainsi une attraction supplémentaire. Le retard ainsi introduit peut atteindre 6/10 de seconde.

Nous indiquerons pour terminer le moyen employé pour rendre ces relais insensibles à l'action des courants alternatifs. Il suffit d'entourer le bobinage d'une bande de cuivre assez épaisse. Les courants induits qui y prennent naissance neutralisent l'action des courants alternatifs, ou tout au moins la rendent trop faible pour influencer le relai.

II. — RELAIS POUR COURANT ALTERNATIF.

Il faut tout d'abord distinguer les courants à fréquence industrielle et les courants à fréquence téléphonique, ceux-ci offrant plus de possibilité que les premiers.

Pour les courants à fréquence industrielle, n'importe quel relai non polarisé peut convenir. Toutefois si l'on emploie un relai ordinaire, l'attraction exercé sur l'armature s'annule deux fois par période; si le système mobile est muni d'un ressort de rappel énergique, le relai vibrera et manquera de stabilité, sans compter les effets désastreux des vibrations sur les pièces mécaniques. Il faut donc envisager une disposition spéciale, inspirée des électro-aimants industriels. Sous sa forme actuelle, elle se présente comme l'indique la figure 4. On voit que l'épanouissement polaire du noyau est bifurqué, une des branches portant un anneau de cuivre, c'est-à-dire un enroulement peu résistant en court-circuit. Les courants induits qui y circulent sont déphasés d'un quart de période sur le courant principal, l'attraction ne s'annule donc jamais.

Les courants à fréquence téléphonique

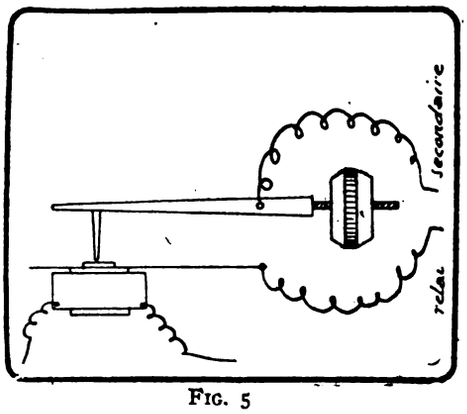


FIG. 5

sont beaucoup plus intéressants, car ils permettent la sélection automatique sans appareil spécial. Les relais que l'on utilise dans ce cas sont basés sur le principe du *relai monophonique*.

Celui-ci est constitué comme un écouteur ordinaire, mais la membrane, au lieu d'être encastrée sur sa circonférence, est posée sur trois points de la circonférence de la première ligne nodale, et vibre sur le premier harmonique du son fondamental.

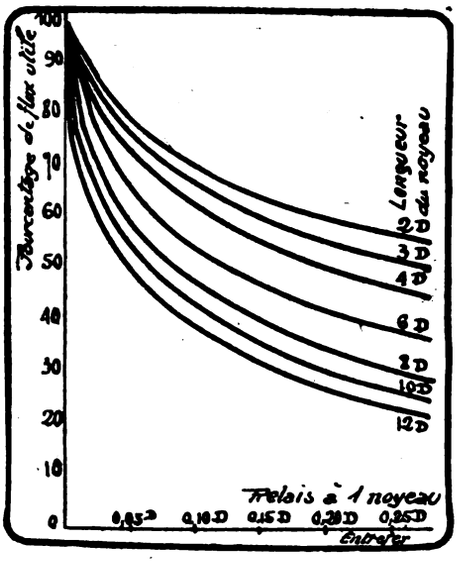


FIG. 6

Si le courant alternatif que l'on y envoie a précisément la fréquence de cet harmonique, la membrane entrera en résonance, et effectuera des vibrations de grande amplitude; elle restera immobile pour toute autre fréquence. Ceci permet la sélection extrêmement facilement: il n'y a qu'à disposer en série des relais monophoniques accordés sur diverses fréquences; on les commande individuellement en envoyant des courants de fréquence convenable. (fig. 5).

Une complication dans l'emploi de ces appareils est la nécessité d'employer un relai secondaire pour transformer les mouvements vibratoires de la membrane en déplacements d'un contact mobile entre deux plots. Pour cela, au milieu de la membrane est fixé une plaquette d'argent ou de platine, sur laquelle vient s'appuyer avec une très faible pression, une aiguille portée par un levier équilibré. Celui-ci ne pouvant suivre les vibrations de la membrane à cause de son inertie, le contact est périodiquement interrompu et rétabli, ce qui produit le même effet sur le relai secondaire qu'une augmentation de la résistance du circuit: pile auxiliaire — relai secondaire — pointe membrane. Il suffit de disposer les connexions de telle façon que le passage sur le plot de travail corresponde à cette augmentation apparente de résistances. Comme relai secondaire, on prend généralement un relai Baudot.

Ayant ainsi sommairement décrit quelques types de relais, il nous reste, pour être complet, à indiquer comment on détermine leurs caractéristiques.

Digitized by Google

CALCUL DES RELAIS

Les données fondamentales sont:

le nombre de contacts

les caractéristiques des courants qui les traversent

le temps de fonctionnement

les caractéristiques des courants qui alimentent le relai.

Au moyen de ces données, on peut établir toutes les dimensions. En effet le nombre des contacts donne la force qui devra être exercée sur l'armature, en admettant une force de 15 gr. par contact. L'attraction une fois déterminée, et la course choisie, il est facile, au moyen des courbes que nous reproduisons (figures 6, 7, 8, 9) de déterminer la densité du flux dans le noyau, donc le nombre d'ampères-tours de l'enroulement.

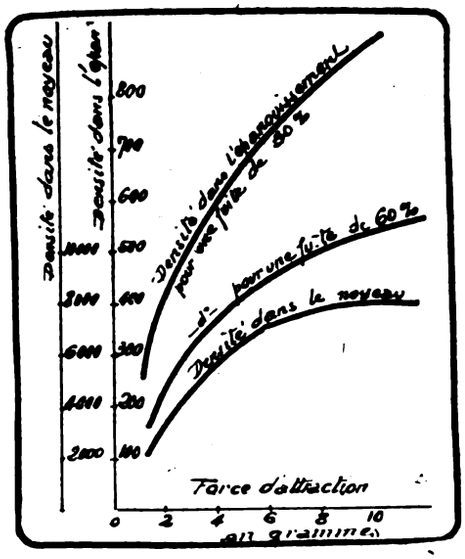


FIG. 8

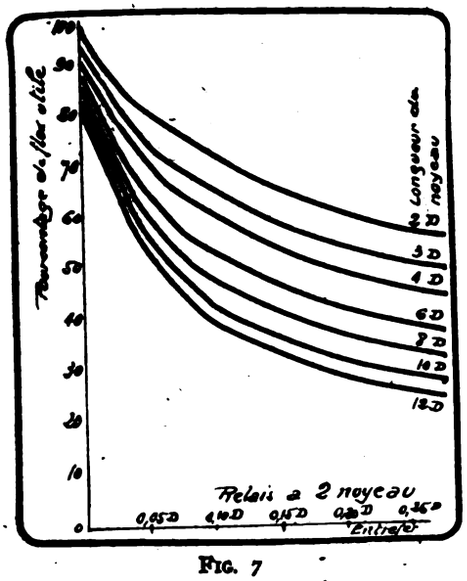


FIG. 7

Sur les figures 6 et 7, les dimensions sont exprimées en fonction du diamètre du noyau. Il résulte en effet de nombreuses expériences que le coefficient de fuite, c'est-à-dire le rapport du flux utile au flux total, résultant des ampères-tours de l'enroulement, ne dépend que des rapports:

$$\frac{\text{distance d'entrefer}}{\text{diamètre du noyau}}$$

et

$$\frac{\text{longueur du noyau}}{\text{diamètre du noyau}}$$

Sur les courbes 8 et 9 on peut lire les valeurs de l'aimantation dans l'épanouissement polaire, c'est-à-dire le flux qui produit réellement l'attraction. Dans ce cas la valeur de la distance d'entrefer, nécessaire à la détermination du coefficient de fuite, devra être réduite dans le rapport des sections du noyau et de l'épanouissement polaire.

De ces courbes, il est possible également de tirer quelques renseignements concernant les ordres de grandeurs des inductions à adopter dans telle ou telle circonstance.

C'est ainsi que si le relai doit rester longtemps en service, il y a intérêt à employer de faibles inductions.

De même si de grands efforts mécaniques doivent être produits, il y a intérêt, en vertu de la formule

$$F = \frac{B^2 S}{8\pi}$$

à employer de grandes inductions, c'est-à-dire des métaux à haute perméabilité. La force coercitive n'a pas d'importance, car les dispositifs de rappel sont proportionnés aux efforts produits, donc énergiques.

Si au contraire les efforts mécaniques sont faibles, les dispositifs, de rappel seront peu énergiques; il faudra prendre des métaux ayant une faible force coercitive, tels que l'acier au silicium recuit dans le vide, cher aux Américains.

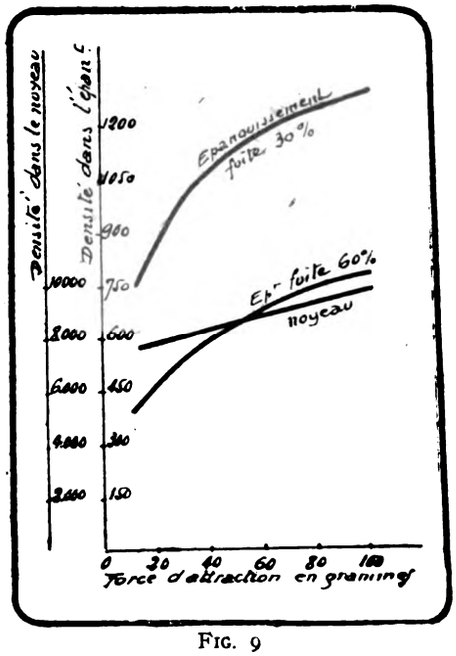


FIG. 9

Le circuit magnétique une fois déterminé, il reste à trouver la forme de bobinage donnant le meilleur rendement. Les calculs du nombre d'ampères-tours supposent en effet que l'enroulement est très long par rapport à son diamètre. En pratique il n'en est jamais ainsi, et les ampères-tours réels ne sont qu'une fraction du nombre théorique. La figure 10 donne les ampères-tours effectifs pour des bobines de proportions courantes et pour un courant déterminé. c étant le diamètre intérieur de l'enroulement, on voit que le maximum d'efficacité est produit par des enroulements de section sensiblement carrée dont le côté est égal à environ 2,5 fois le diamètre intérieur. Il n'y a plus qu'à déterminer la section du conducteur et la nature de son isolant par des considérations d'encombrement.

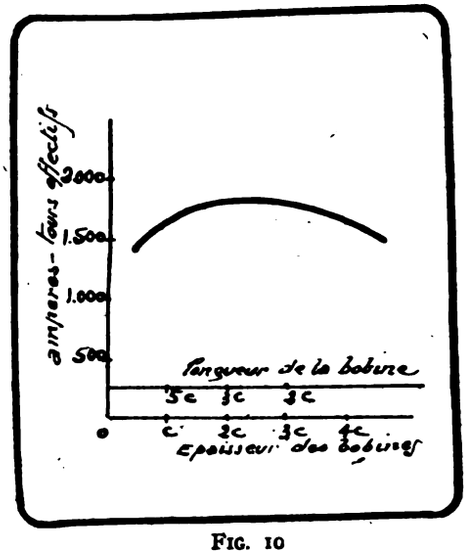


FIG. 10

Dans cette étude, que nous avons orientée autant que possible vers un but pratique, nous avons voulu montrer que les réalisations actuelles de relai ne sont pas le fruit du hasard, mais résultent au contraire de nombreuses expériences appuyées sur des règles théoriques précises. Nous avons également voulu indiquer à nos lecteurs la manière rationnelle de déterminer un relai, connaissant les conditions à remplir.

Il est possible que d'ici peu une nouvelle découverte bouleverse toutes ces idées, mais tels que nous les avons décrits, ces relais permettent les plus merveilleuses réalisations de télémécanique.

Jean Barré

Digitized by Google

A L'ÉCOUTE !

Un Récepteur pour les Bandes 10, 20, 40 et 80 mètres

Par ANDRÉ PLANES-PY

Rien ne sert d'émettre si personne n'écoute; tous les amateurs savent l'ennui de l'émission « en l'air » et connaissent la volupté de boucler leur oscillateur pour se mettre sur écoute, espérant que, de loin, viendra une voix qui formera la liaison avec lui.

Le lecteur trouvera ci-dessous une description d'un rupeteur simple adapté aux bandes de trafic réservées aux amateurs. Bien entendu, de très simples modifications permettront de se délecter des concerts sur ondes courtes d'Eindhoven, etc...

Le montage n'a rien de particulièrement nouveau, mais les raisonnements qui président à son établissement justifient les précautions prises et seront un guide pour l'amateur.

Avant de poursuivre l'examen des différents types d'émetteurs, il n'est pas sans intérêt de décrire un bon récepteur permettant de capter les signaux émis par les amateurs sur les bandes qui leur sont réservées entre 10 et 100 mètres.

Nous avons montré successivement l'importance qu'il fallait attribuer dans une station d'émission, aux circuits paraissant remplir une fonction accessoire, comme l'ondemètre ou fréquencemètre, l'aérien, les sources de courant, etc... on devrait toujours envisager le récepteur avant l'émetteur, cela permettrait de fixer certaines caractéristiques de l'onde et parfois de l'améliorer sensiblement. Un amateur émetteur voulant être reçu par ses correspondants dans les meilleures conditions, doit se trouver lui-même dans les circonstances les plus favorables pour capter les réponses qui lui sont faites, familier de l'écoute sur ondes courtes, et rompu en somme à tous les petits « trucs » que seuls peuvent apprendre l'expérience et le raisonnement, il pourra alors, possédant en mains tous les éléments, perfectionner efficacement son montage émetteur.

Un récepteur ondes courtes, type 1930

Il n'est rien de plus simple et aussi de plus complexe et de plus délicat qu'un récepteur d'ondes courtes et très courtes: une spire de plus ou de moins sur une self, un voisinage trop accusé de deux organes, des accessoires médiocres, il n'en faut pas davantage pour compromettre la réception ou même la rendre totalement impossible. En compensation, les longueurs d'ondes sur lesquelles on travaille étant courtes et les circuits d'une très grande simplicité puisqu'ils se ramènent (nous négligeons volontairement les montages spéciaux à amplification haute fréquence, changements de fréquence ou autres) à la simple détectrice à réaction suivie facultativement d'une seule basse fréquence, la mise au point sera singulièrement facilitée: quelques minutes à peine suffisent pour modifier totalement les positions respectives des organes, quelques secondes pour enlever ou ajouter une spire à la self.

Dans bien des cas, l'expérience et l'essai, décisifs, infirmeront la théorie: que de fois avons-nous monté des récepteurs avec des soins exagérés qui ne nous ont donné que des résultats à peine satisfaisants... combien voit-on par contre dans des stations d'amateurs, de ces amas informes qui donnent cependant les « W » en haut parleur ? l'habitude des réglages est pour beaucoup dans le résultat final, encore faut-il qu'elle puisse être acquise le plus rapidement possible. Des réglages aisés et stables constituent la première qualité d'un bon récepteur d'ondes courtes et celle-ci conduit directement, automatiquement on peut dire, à toutes les autres.

Avant d'entreprendre toute chose, il importe de définir exactement le but poursuivi, on peut alors trouver les moyens les plus propices pour y atteindre. Il paraît enfantin de commencer par un exercice qui semble être à première vue une La Palissade: un récepteur pour ondes d'amateurs doit être prévu *uniquement* pour ces ondes et non pour *toutes* les ondes courtes: sa sensibilité devra être maximum si on veut recevoir les signaux lointains: les amateurs n'utilisent pas des kilowatts et les performances sont, la plupart du temps, dues davantage à d'excellentes conditions de propagation qu'à la mise au point des circuits. Son fonctionnement devra être *parfait* et *régulier,* il faut avant tout et par tous les moyens, s'attacher à éliminer le principal défaut des récepteurs à ondes courtes, c'est-à-dire le « grognement » de l'accrochage, imputable au manque de stabilité et d'efficacité du tube détecteur, et aux inductions faciles des fréquences très élevées. Il faut enfin que les réglages n'offrent pas la moindre difficulté et que n'importe qui puisse recevoir les concerts d'Eindhoven ou de Chelmsford, aussi facilement que ceux de Rome ou de Langenberg sur un circuit « BCL ». Les effets de capacité doivent être totalement éliminés, les démultiplications de rapport suffisant pour que l'accord puisse être obtenu sans artifices spéciaux.

La bande de 0 à 100 mètres

Les amateurs, on le sait, peuvent utiliser entre 0 et 100 mètres, quatre bandes différentes très étroites dont nous rappelons ci-dessous l'importance :

de 10	à	10,7	mètres
« 20,8	«	21,4	«
« 41	«	42,8	«
« 75	«	85	«

Ces ondes se trouvant, en considération de leurs fréquences respectives, éloignées l'une de l'autre, il sera indispensable d'employer pour les recevoir des bobinages interchangeables et d'en prévoir un pour chaque bande. Evidemment, les amateurs n'obéissent pas exactement aux règles d'un décret par trop rigoureux, quoique d'une application théoriquement possible et « débordent » largement de part et d'autre des limites assignées; ce en quoi ils n'ont pas du reste tout à fait tort puisque leurs frères éminents — les postes officiels et commerciaux — font de même.

Digitized by Google

Prévoir un circuit oscillant couvrant exactement 3 à 400 K.C sur les 20 et 40 mètres de bande par exemple, serait une exagération: bien des émissions ne pouraient être reçues: il faudra donc élargir la bande et demander à une démultiplication poussée la facilité de réglages. On verra plus loin quelques suggestions dans ce sens.

Nous prévoirons donc une self ou groupe de selfs (suivant le montage adopté) pour chaque bande et nous nous attacherons à obtenir la réception des différentes ondes dans les meilleures conditions possibles (rendement et facilité des réglages) sans nous préoccuper des recouvrements qui, la plupart du temps seront du reste impossibles.

Enfin, pour bien des raisons qu'il est facile de deviner, nous réduirons le nombre des bobinages et de leurs prises et faciliterons à la fois leur réalisation et leur interchangeabilité.

Le câblage des récepteurs pour ondes courtes.

La simplicité du circuit et la fréquence des ondes que l'on veut recevoir, conduisent souvent l'amateur à réduire l'encombrement général par la diminution de la longueur des connexions. Il est certes possible de monter une détectrice pour ondes courtes dans un coffret dont la plus grande dimension n'excèdera pas 10 centimètres, mais l'avantage principal recherché (connexions courtes) est détruit par de multiples inconvénients (capacités, inductions, etc.). Certaines liaisons doivent avoir une longueur *courte* mais à partir d'une certaine valeur, toute exagération est préjudiciable.

Bien des constructeurs américains spécialisés dans la fourniture des organes nécessaires à l'établissement des circuits pour ondes d'amateurs, livrent des groupes condensateur-self d'accord du type « tank », c'est-à-dire dans lesquels la self est directement fixée sur le condensateur: cette méthode est intéressante pour un émetteur et principalement pour un émetteur du type « grande capacité », car elle diminue avant tout la résistance en circuit, — le « tank » étant parcouru par un courant de haute fréquence très intense, — qu'elle permet ainsi d'utiliser une self en tube de gros diamètre et qu'elle facilite le changement de celle-ci en améliorant la rigidité de l'ensemble. Mais un circuit oscillant de ce genre ne peut convenir à la réception en raison des courants d'Eddy qui prennent naissance.

D'autre part, les connexions longues peuvent-elles apporter un préjudice sensible à la réception ? oui certainement si elles présentent des résistances, impédances ou capacités excessives, et ce point nous conduit à classer les connexions dans trois groupes différents:

1° Connexions du circuit oscillant;
2° Connexions parcourues par les courants de haute fréquence, mais n'appartenant pas au groupe précédent;

3° Connexions parcourues par les courants continus basse et haute, fréquence etc...

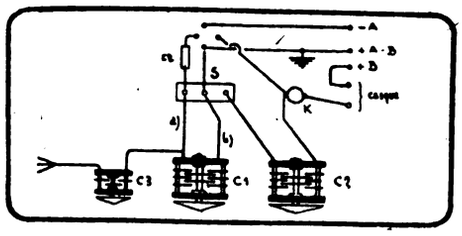


FIG. 1

Si nous représentons schématiquement une détectrice ondes courtes (fig. 1) nous distinguerons très aisément ces trois groupes sans aucune erreur possible. Les deux deux connexions *a)* et *b)* sont les plus importantes: le circuit qu'elles forment par la réunion de S et de C.1 est le circuit oscillant et seule la résistance des fils pourra s'opposer à une oscillation libre et franche. Si nous avons réalisé une self parfaite, en conducteur de gros diamètre présentant un minimum de pertes, et si nous avons choisi une capacité répondant aux conditions voulues, il ne faudra pas perdre les bénéfices escomptés en opérant les liaisons *a)* et *b)* par un conducteur trop mince et au moyen de contacts médiocres.

Une résistance apparaîtra, dans le circuit si les deux organes S et C.1 sont

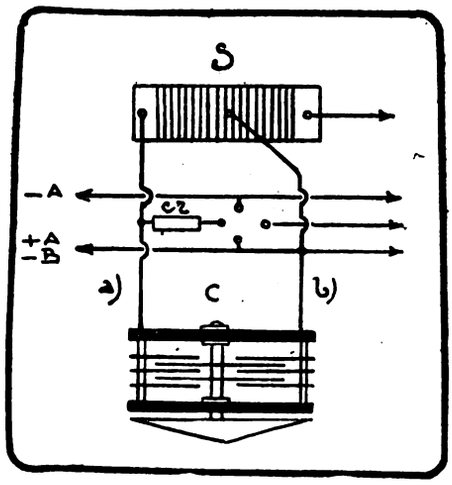


FIG. 2

trop rapprochés l'un de l'autre (courants d'Eddy sur les plaques de C.1). La distance minimum séparant la self du condensateur d'accord est évidemment liée au diamètre de l'inductance, pratiquement on admet qu'elle ne doit pas être inférieure à 2 1/3 du diamètre de S.

Il va sans dire que l'on doit éviter en outre les effets de capacité entre *a)* et *b)*, le moins qu'ils puissent produire est une augmentation de la capacité minimum en circuit. Les couplages magnétiques et statiques par les connexions mêmes sont habituellement peu à redouter: il faudrait vraiment que l'amateur mette une volonté spéciale pour les obtenir.

Certaines liaisons courtes, établies sans grand examen préalable de la question sont préjudiciables au point de vue de la facilité des réglages. C'est ainsi que le croisement des connexions, circuit oscillant et chauffage doit être évité. Dans le schéma de la fig. 2, les fils du chauffage occasionnent une chute de tension haute fréquence dans le circuit S-C: le filament et les plaques mobiles de C ne pourront être maintenues à un potentiel nul et l'approche de la main aura une grande importance.

On remarquera également la spire de grand diamètre formée par les connexions *a)* et *b)*, celles-ci ne devront pas être trop écartées l'une de l'autre : il y a un juste milieu entre la capacité formée par les deux fils et le champ de la spire qu'ils constituent. La fig. 3 donne une disposition et un câblage convenables du circuit de la fig. 2.

Les connexions autres que celles que nous venons de voir, mais parcourues par la haute fréquence, ont une moins grande importance: on s'attachera seulement à ce que celles réunissant le circuit oscillant à la grille et au filament ne soient pas parallèles au circuit de chauffage. Si on diminue la capacité du condensateur d'accord (réglages plus aisés) les capacités parasites du circuit de la détectrice prennent alors une valeur plus grande (capacités entre les deux fils réunissant le circuit oscillant à la grille et au filament de la lampe, capacités internes du tube grille-filament (entre broches correspondantes, etc.), ce détail est sans importance pour des ondes *relativement* longues, mais est à considérer pour les bandes de fréquences *très* élevées.

Les connexions réunissant la borne d'antenne au bobinage primaire ou à la capacité de liaison peut voisiner avec celles grille et filament (autres que celles du circuit oscillant bien enendu) ainsi qu'avec le conducteur du circuit de plaque, le seul inconvénient pratique sera l'observation de « trous » dans l'accrochage: l'entrée en oscillations sera impossible pour certaines λ déterminées (harmoniques de l'antenne) même si le couplage de l'aérien avec le secondaire (magnétique ou statique) est faible. Une capacité de la connexion circuit oscillant-grille avec celle de plaque se traduit par un effet marqué de la réaction sur l'accord et par un accrochage irrégulier.

Digitized by Google

Si le câblage adopté est celui des figures 1 ou 3, c'est-à-dire si le circuit oscillant est connecté directement aux bornes grille et A du support de lampe, les fils d'alimentation 4 volts ne seront parcourus que par le courant de chauffage: ils pourront donc avoir une longueur quelconque (le rhéostat étant prévu sur le négatif). Les connexions de basse fréquence et de tension plaque n'exigent aucune précaution spéciale. Si, dans un récepteur comportant un étage basse fréquence après la détectrice on remarquait un effet de capacité sur le cordon du casque ou le casque lui-même, il suffirait de prévoir un condensateur d'assez forte valeur entre le positif de haute tension et le retour de grille de la détectrice.

Types d'inductances

Nous avons vu plus haut qu'on avait intérêt à diminuer le nombre d'inductances et à les grouper sur un même support pour en faciliter l'interchangeabilité simultanée. Ces conditions nous conduisent à envisager dès à présent le type de bobinages convenant le mieux au but poursuivi. Le faible diamètre auquel on doit avoir recours pour réduire le champ et par conséquent dans une certaine mesure l'encombrement du circuit et les capacités entre connexions, permet de réaliser des inductances tenant peu de place, d'un montage très facile, dans lesquelles la matière isolante est réduite au strict minimum: le montage dans l'air diminue les pertes dans de notables proportions mais conduit à un encombrement exagéré si l'on veut des selfs robustes résistant à des manipulations journalières, or, la rigidité absolue des spires est indispensable si on veut posséder un récepteur stable qui une fois mis au point permettra de retrouver une λ donnée à n'importe quel moment et dont l'étalonnage ne subira aucune cariation. Nous avons donc rejeté les bobinages en gabions et en fonds de panier ainsi que les enroulements à une seule couche dans l'air (spires tenues par des languettes de celluloïd collées) comme ne présentant pas la solidité désirable et avons adopté l'enroulement cylindrique de faible diamètre sur un tube isolant: cette méthode simplifie d'abord singulièrement la confection des selfs, elle permet ensuite d'écarter les fiches ou douilles de contact, par conséquent d'éviter toutes capacités entre elles, facilite l'interchangeabilité et diminue l'encombrement.

Cette méthode est du reste fort en honneur chez nos collègues américains où elle a prévalu depuis déjà quelques années: aux USA, les selfs ondes courtes sont généralement bobinées sur un culot de lampe, les extrémités du fil soudées aux broches de celle-ci et en cas d'emploi d'un couplage magnétique avec l'aérien, la self primaire est disposée à l'intérieur du culot et fixée à une hauteur convenable indiquée par l'expérience dans chaque cas.

Nous avons préféré adopter à la place du culot de lampe — qui avec son support présente des capacités qui sont loin d'être négligeables sur les 10 et 20 m. band — de nos collègues « W », un tube isolant d'une dizaine de centimètres de longueur permettant d'écarter de 3 à 4 centimètres les broches de contact. L'ébonite, la bakélite, le presspahn paraffiné peuvent être utilisés, mais nous avons employé pour notre usage personnel le simple carton gomme laqué puis recouvert de vernis cellulosique.

Isolement général du circuit

Il faut isoler, nous ne dirons pas parfaitement, mais *efficacement* et *rationnellement* les différents circuits constituant un récepteur d'ondes courtes: il serait absolument inutile de disposer les capacités sur un beau panneau de bakélite de 30 × 20 cm. si les condensateurs sont montés sur des platines d'une quelconque matière moulée et du reste, l'isolant sera employé d'une manière discrète, car il ne faut pas oublier que les pertes de haute fréquence ont lieu également par la masse. On préfèrera la bakélite à l'ébonite, cette dernière est rarement d'une composition satisfaisante, falsifiée souvent par addition de talc ou de produits inertes, mais plus ou moins conducteurs, en outre sa surface extérieure se dépolit sous l'action mécanique de la poussière et offre un chemin de pertes plus facile à la haute fréquence.

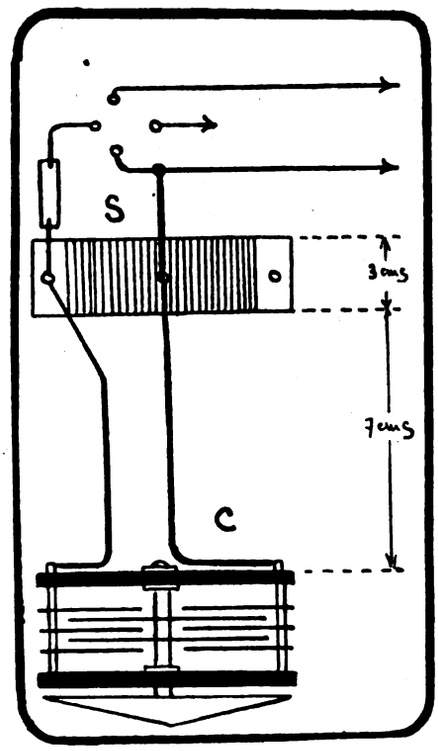


FIG. 3

Différentes mesures effectuées par notre éminent collègue et ami, M. J. Granier, ont montré que les isolants courants employés en T.S.F. se comportaient d'une manière médiocre vis-à-vis des fréquences très élevées et que souvent « du bois de caisse » était préférable à la plus belle ébonite marbrée du monde. En fait le noyer, l'acajou ou le contre-plaqué bien secs constituent des panneaux avant de récepteurs ondes courtes parfaits et notre propre récepteur monté sur noyer descend parfaitement avec efficacité jusqu'à la bande des 10 mètres.

La plaquette portant trois douilles de lampes destinée à supporter la self (secondaire et réaction à 3 prises, Reinartz, Hartley, etc.) sera de préférence en bakélite, car il importe que la disposition des douilles sur cette plaquette et celle des fiches sur les selfs corespondent exactement: le bois ne résiste pas à un serrage énergique, il cède et on obtient rarement des douilles placés régulièrement et absolument verticales.

Le support de la lampe détectrice doit présenter le minimum de capacités et ne pas être le siège de pertes en haute fréquence, nous conseillons celui représenté sur le plan de câblage que n'importe quel amateur tant soit peu adroit peut réaliser avec un carré ou un disque de bakélite.

Une excellente méthode consiste à remplacer le panneau avant isolant par une plaque d'aluminium ou de cuivre de 5 millimètres d'épaisseur, réunie à un pôle du chauffage et à la terre: les organes devant être connectés à ce circuit seront montés directement sur cette plaque, ce qui diminue le nombre des connexions. Ceux n'ayant aucun point de liaison avec le chauffage seront isolés par de larges rondelles de bakélite. Si les difficultés de montage sont accrues, par contre les effets de capacité dûs au corps de l'opérateur sont complètement éliminés.

Du choix des organes

Une sélection très sévère doit être exercée: de bons condensateurs variables pour ondes courtes sont très difficiles à trouver dans le commerce, nous dirons même qu'à notre connaissance il est absolument impossible de trouver en France des condensateurs pour récepteurs d'ondes courtes d'une capacité inférieure à 0,1 ou 0,2/1.000. On pourra se procurer tout juste des démultiplicateurs remplissant les conditions voulues, c'est déjà heureux...

Un bon condensateur variable de 0,1 à 0,2/1.000 devra être monté par l'amateur en partant d'une vieille capacité de 0,5/1.000 à flasques ébonite ou bakélite: on enlèvera la moitié des lames sur rotor et on doublera l'écartement.

Digitized by Google

Au besoin, si des crachements se produisaient à la manœuvre, on souderait sur l'axe une petit câble métallique tressé que l'on réunirait à la borne du rotor.

Les cadrans démultiplicateurs convenant pour la réception des ondes courtes offerts sur le marché français ont en général le défaut de ne pas présenter un rapport suffisant: 10 à 15 au maximum, car le diamètre du galet d'attaque ne peut pas être réduit exagérément si l'on veut conserver la reversibilité absolue et l'absence de patinage. Il faudra avoir recours à la double démultiplication par vis sans fin (type Igranic) qui n'est pas d'une manœuvre très pratique, car placée à droite de l'organe, ou à une capacité additionnelle de valeur infime. Si celle-ci est manœuvrée au moyen d'un axe isolant un peu long, si sa construction mécanique est parfaite et si le panneau avant est métallique, les réglages deviennent enfantins même pour une personne inexpérimentée. On pourra voir fig. 4 combien il est facile pour un amateur de réaliser cette capacité.

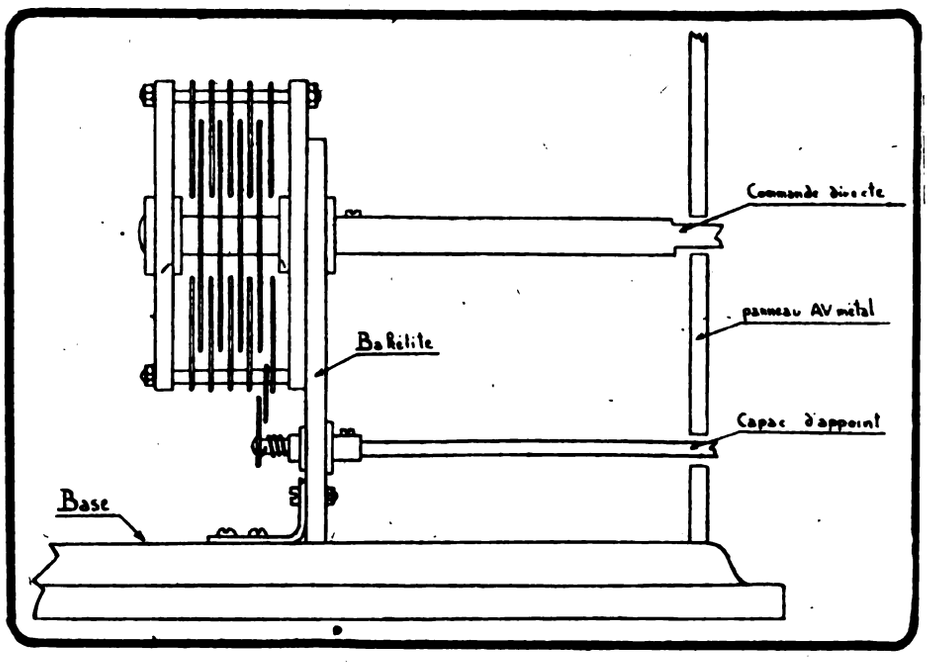


FIG. 4

Le ou les rhéostats devront être d'une manœuvre très douce, cette douceur mécanique ne devra pas être obtenue au détriment de l'augemntation ou de la diminution progressive de la résistance; en d'autres termes, la manœuvre du rhéostat effectuée au cours d'une écoute (ce réglage est assez fréquent si on veut placer le tube dans ses conditions de fonctionnement optima) ne devra occasionner ni vibrations du châssis ni crachements dans les écouteurs.

La self de choc devra arrêter la haute fréquence jusqu'à des fréquences très élevées, si on désire effectuer des essais sur la bande 10 mètres il sera indispensable de la réaliser entièrement, les « chocs » du commerce n'étant guère efficaces qu'à partir de 25 à 30 mètres.

Les autres accessoires seront aussi d'excellente qualité: condensateur shunté, transformateur packs, fiche de prises de courants, etc...

Toutes les conditions étant ainsi arrêtées, nous donnerons dans le prochain numéro la réalisation pratique d'un récepteur à deux lampes permettant l'écoute facile de toutes les λ comprises entre 17 et 105 mètres au moyen de trois groupes d'inductances, et celle de la 10 m. band par un quatrième jeu spécial.

(A suivre.)

André PLANES-PY
F8EI

Digitized by Google

L'Antenne C. M.

par M. PIERRE, Ingénieur E. S. E.

o o o oxo o

I

Nous avons salué dans le présent numéro le centenaire du débarquement de Sidi-Ferruch. Le lecteur a trouvé l'analyse des liaisons par câbles entre cette France et la métropole.

Aujourd'hui, cet exposé continue et par la description de la liaison radiotéléphonique Alger-Paris et le développement de l'électricité en Algérie.

Nous remercions la « Société Française Radioélectrique » qui nous a communiqué tous les renseignements utiles et nous a autorisés à puiser dans son intéressant bulletin, presque intégralement les lignes qui suivent.

LA LIAISON RADIO-TELEPHONIQUE FRANCE-ALGERIE

L'impossibilité de réaliser des communications à grande distance par câble a amené de bonne heure à penser d'utiliser les ondes radioélectriques dans ce but.

Seule la mise au point des ondes courtes — production, émission et réception — a permis par la direction des oscillations et un rendement acceptable, ainsi qu'un secret absolument comparable à celui des communications avec fil.

On trouvera ci-dessous la description de:

1) de l'antenne Chireix-Mesny, qui sert à l'émission dans de nombreux centres actuels ou en construction;

2) de l'émetteur qui, modulé par les courants arrivant du réseau d'abonnés excite l'antenne ci-dessus;

3) le circuit récepteur qui apporte de Villecresnes les réponses d'Algérie;

4) un schéma des communications ainsi établies.

L'antenne C.M. offre avant tout une solution particulièrement simple, économique et efficace d'une antenne concentrant l'énergie radiée dans une direction déterminée.

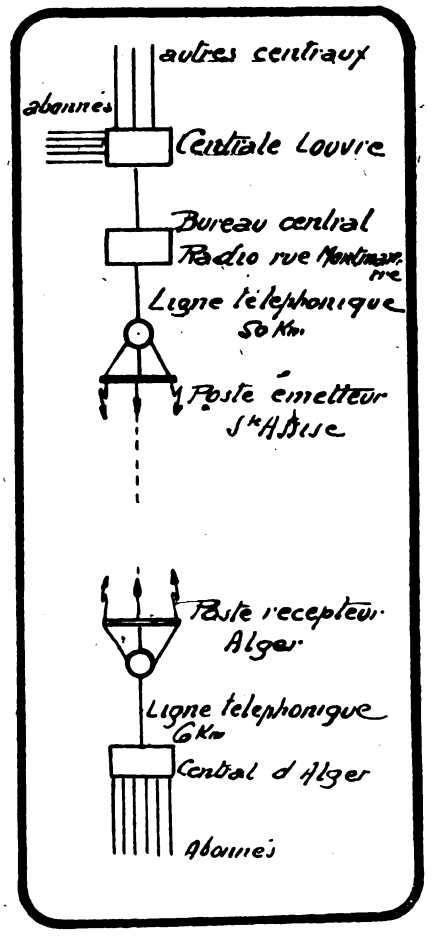
Les principes de réalisation d'antennes directives sont connus depuis fort longtemps et les travaux parus à ce sujet sont déjà nombreux.

M. Chireix (1), en particulier à étudié des combinaisons d'alignements droits transverseaux et longitudinaux. M. Mesny (2) à également repris la question et établi des formules chiffrant quantitavement le gain obtenu en énergie. Les résultats pratiques à retenir sont les suivants :

1° Si l'on établi par exemple, suivant l'axe XX' un alignement d'antennes parcourues par des courants égaux et de même phase, alignement que nous appellerons type 1, les antennes élémentaires étant espacée *de moins d'une longueur d'onde,* on obtient un double faisceau suivant les 1/2 axes O Y O Y' Ce faisceau a la forme d'un huit d'autant plus aplati que la longueur d'alignement exprimée en longueurs d'onde est plus élevée.

A côté de ce huit, on trouve des boucles dont l'importance est assez faible et va très rapidement en décroissant avec le rang qu'elles occupent.

L'ensemble est équivalent à un *réflecteur parabolique à double foyer raporte à l'infini,* à l'alignement représentant l'ouverture de la parabole.



2° Si l'on établi suivant l'axe Y Y' un alignement d'antennes que nous appellerons type 2, parcourus par des courants égaux, mais déphasés d'un angle correspondant à leur espacement angulaire (c'est-à-dire déphasés de ¼ si elles sont espacés d'un quart de longueur d'onde) on obtient un faisceau simple, suivant le ½ axe OY ou OY à condition toutefois que les antennes soient espacées de *moins d'une ½ longueur d'onde.*

A nombre égal d'antennes, le faisceau est toutefois beaucoup plus large dans ce cas que dans le cas de l'alignement précédent (type n° 1).

Comme dans le cas précédent, ce faisceau principal est agrémenté de boucles peu importantes dont l'amplitude décroît rapidement à mesure que l'on s'éloigne de la boucle principale. Quoi qu'il en soit, on constate qu'avec ce type d'alignement, on a évidemment l'avantage d'annuler la radiation à l'arrière, même s'il se compose que de 2 antennes. *mais beaucoup de difficultés à concentrer l'énergie dans un faisceau étroit.*

Ce type d'alignement est équivalent à un réflecteur parabolique à *foyer* simple reporté au sommet: l'ouverture de la parabole est lors nulle.

3° Quant on combine ces deux types d'alignements, c'est-à-dire qu'on dispose les antennes élémentaires en damier, le diagramme résultant est le produit des deux diagrammes élémentaires.

On voit d'après ce qui précède que l'alignement type n° 1 donne facilement l'étroitesse du faisceau que l'on désire, alors que l'alignement type n° 2, même très réduit, évite la radiation vers l'arrière. En combinant les deux alignements, on pourra donc satisfaire aux deux conditions de faisceau étroit et non radiation à l'arrière.

Si, en particulier, l'alignement type 2 ne comporte que deux antennes séparées d'un quart d'onde, on retrouve la disposition employé par Franklin, étant seulement le siège de courants induits.

Les diagrammes que nous avons considérés jusqu'à présent donnent l'effet directif dans le plan XY, c'est-à-dire dans le plan horizontal si les axes XY sont situés dans ce plan.

La théorie de la réfraction inonique semblant montrer que seuls les rayons émis sous une assez faible incidence parviennent à grande distance, il est né-

Digitized by Google

cessaire d'avoir une certaine directivité zénithale que l'on obtiendra en constituant, en hauteur, un alignement du type 1, c'est-à-dire un alignement d'antennes en phase.

Ayant rappelé brièvement ces propriétés, nous dirons que de grosses difficultés techniques ont été rencontrées dans la réalisation pratique des faisceaux. Il est en effet très pénible d'assurer la mise en phase de multiples éléments et éventuellement d'amener les déphasages à la valeur voulue.

Il importait donc de trouver une solution simple aux problèmes techniques que soulevait la réalisation des antennes dirigées et en particulier la constitution d'un alignement d'antennes en phase (typel).

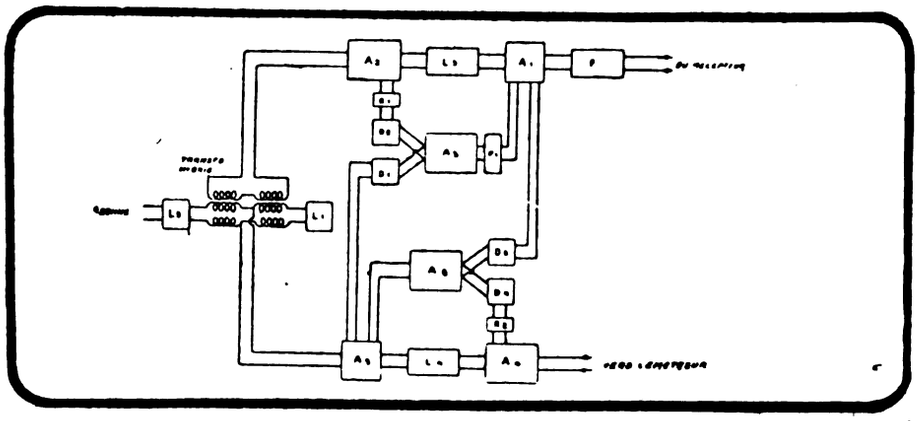
On sait que si un fil rectiligne est le siège d'ondes stationnaires, tous les éléments sont, ou bien en phase, ou bien en opposition exacte de phases, ce renversement de la phase se faisant aux nœuds de courant, c'est-à-dire, toutes les demi-longueurs d'onde. Pour ne conserver que la radiation d'éléments de même phase, il suffit donc théoriquement de replier sur eux-mêmes les parties de fil correspondant aux éléments de phase inversées pour les empêcher de radier, ou ce qui revient au même, de constituer ces éléments demi-d'ondes par des bobines de faibles dimensions géométriques. Cette solution théoriquement excellente (due à Franklin) a néanmoins un grave inconvénient, l'énergie se transmet difficilement d'un élément au suivant, par suite des réflexions dues aux changements brusques d'impédance caractéristique. On est alors conduit en pratique pour obvier à cet inconvénient à étaler les bobines, à les prolonger même de parties rectilignes, et dans ce cas la radiation due aux ½ ondes de phase inverse est loin d'être négligeable; le résultat est donc seulement imparfaitement acquis.

Considérons au contraire un fil développé en zig-zag dans un plan formé d'éléments d'égale longueur coudés en angle droit et donnons à chaque élément de fil une longueur correspondant à une demi-longueur d'onde.

Supposons que le système est le siège d'ondes stationnaires. Celles-ci pourront être représentées par le pointillé ou les flèches qui indique l'amplitude et le sens des courants à un moment donné. Ainsi que l'onde est bien choisie, les éléments A1, A2, A3, A4 sont parcourus par des courants en phase et les éléments B1, B2, B3 sont parcourus par des courants de phase opposée. Le système est donc équivalent à *2 alignements d'antenne en phase, les plans de polarisation des deux alignements étant croisés à angle droit.*

Le fil n'offrant pas de changement d'impédance caractéristique, les réflexions sont négligeables et l'énergie se propage même si le nombre d'éléments est assez considérable.

Le diagramme correspondant est naturellement plus difficile à calculer que dans le cas d'un seul alignement, mais il présente les mêmes caractères généraux, l'amplitude des petites boucles parasites étant réduite davantage. Il est à remarquer, du reste, que du fait des coudes à angle droit, les champs due à chacun des deux alignements croisés se composent suivant la loi des carrés sans que l'on ait à redouter les termes en produit des deux champs qui aurait pour résultat de donner lieu à des boucles supplémentaires (cas de l'antenne unifilaire vibrant en harmonique élevé).



On voit d'après la figure que si l'axe de cheminement du fil est horizontal, le champ électrique résultant est polarisé verticalement comme avec une antenne verticale. Si, au contraire, l'axe de cheminement du fil était vertical, la polarisation résultante serait horizontale. Enfin, si les faits eux-mêmes étaient alternativement horizontaux et verticaux la polarisation résultante serait oblique.

L'antenne utilisée à St Assise est la répétition en double de celle ci-dessus, l'énergie étant amenée au milieu du système par les conducteurs AB jouant le rôle de ligne d'amenée. Les flèches représentant à un instant donné le sens des courants, le système étant alimenté par un émetteur symétrique branché au départ de la ligne. On voit qu'un élément tel que aa' bb' constitue une antenne *d'une longueur d'onde complète,* comprenant demi-ondes de même signe ce qui a pour effet d'accroître la directivité dans le plan du zénith.

Le système d'antenne est contenu lui-même dans un plan vertical. Les conducteurs AB étant rapprochés et parcourus par des points en regard par des courants égaux et de sens opposés ne radient pas sensiblement d'énergie. De la sorte la ligne qu'il constituent ne pertube pas sensiblement les caractéristiques du système et cette ligne peut, sans inconvénient, avoir plusieurs longueurs d'onde en vue d'éloigner suffisamment le système d'antenne des bâtiments de la station. Néanmoins dans le cas d'une ligne longue et d'une forte énergie à transmettre, on a intérêt a atteindre les ondes stationnaires dans la ligne d'amenée, en insérant au voisinage du point d'attaque de l'antenne un ensemble transformateur convenablement calculé.

En appliquant le calcul au système, on constate qu'il comporte en fait 32 éléments ½ ondes disposés de façon à réaliser 2 alignements croisés de 8 antennes, chacune de ces antennes comportant elles-mêmes 2 ondes.

Les antennes d'un même alignement sont de plus, espacées entre elles d'une demi-longueur d'onde. Le système complet occupe une longueur totale de 5 ou 6, longueur d'onde et le faisceau a déjà moins de 20° de largeur totale. Pour un écart inférieur à 5° de la direction privilégiée, l'énergie reçue tombe en-dessous de la moitié de sa valeur. Enfin l'ensemble des boucles secondaires ne représente que quelques pour cent de l'énergie totale.

L'antenne employée C-M est constituée par deux étages d'X superposés.

Le nombre de ces Xa, d'autre part a été porté de 8 à 10, l'alimentation se faisant au milieu par un pylône central. On compte donc 5 carrés ou 10 demi-longueurs d'onde de chaque côté, à partir du point d'attaque.

Les lignes d'amenée à deux fils, m, n, m', n'ont des longueurs égales et viennent converger à une boîte d'extrémité des feeders situés sur le pylône central.

Cette boîte contient l'ensemble d'adaptation et l'élimination des ondes stationnaires pour la ligne d'amenée venant de l'émetteur. De part et d'autre, des deux rangées d'X actives, on a prévu une rangée de demis X, réalisant en quelque sorte une zone de pénombre succédant à la zone active ou éclairée. On remarquera en effet, que les zones actives induisent dans les ondes de pénombre de courant de phase convenable (mais d'intensité plus faible) prolongeant en quelque sorte les alignements. Cette disposition a été reconnue très avantageuse pour éviter les effets parasites, dûs à des inductions dans les haubans de retenue, de la sorte les inductions inévi-

Digitized by Google

tables *renforcent l'effet à distance*. Si l'on considère un fil on voit que ce fil est équivalent à une antenne de 4 demi-ondes en *phase*, ces 4 demi-ondes étant d'ailleurs prolongées de chaque côté d'une demi-onde supplémentaire *induite*. Le calcul montre qu'un tel ensemble est très directif dans le plan zénithal. Les pylônes du type à vergues supportent enfin deux ensembles identiques distant d'un quart de longueur d'onde. Un deuxième feeder prévu également dans le pylone central dessert ce deuxième ensemble arrière. Suivant que ce deuxième ensemble est alimenté par des courants décalés de $\pi/2$ en avant ou en arrière, la radiation est annulée en arrière ou en avant. On réalise ainsi la possibilité d'émettre à volonté d'un cote ou de l'autre de l'arc de grand cercle.

Au point de vue mécanique une telle antenne est facile à construire et à bien tendre, l'ensemble des feeders est strictement réduit à 2 lignes du bâtiment au pylône central les boîtes d'attaque pour la suppression des ondes stationnaires sont également réduites à deux.

Le réglage peut être effectué en quelques heures, puisqu'il se résume à la suppression des ondes stationnaires dans les deux lignes d'amenée et à la vérification d'un déphasage entre les 2 nappes.

Il convient de dire pour terminer, que de petits déréglages en longueur d'onde ou en direction ne font pas perdre beaucoup du bénéfice.

On pourra par exemple, tolérer un déréglage d'environ 200 kilocycles en plus ou en moins sur les ondes de l'ordre de 25 mètres.

Ceci est plus suffisant pour superposer sur une même antenne plusieurs émissions simultanées. On pourra même remédier à un léger défaut d'orientation du plan des antennes en agissant sur le déphasage relatif des courants parcourant les deux nappes.

EMETTEUR

Le poste à ondes courtes S.F.R. réunit tous les derniers perfectionnements de la technique moderne en ce qui concerne la production des ondes hertziennes courtes:

Il se caractérise par:

— une fréquence d'émission rigoureusement stable;

— un rendement élevé;

— une grande facilité d'exploitation.

Sa puissance antenne est de 15 kw. environ en télégraphie (sur l'onde de 32 mètres) et de 9 kw. en téléphonie.

Le poste a enfin été établi pour permettre un fonctionnement sur des vitesses de manipulation dépassant 200 mots à la minute.

Ces qualités primordiales sont obtenues de la façon suivante:

STABILITE DE FREQUENCE

Le poste comporte un maître oscillateur à quartz piezo-électrique de très faible puissance, mais soigneusement à l'abri de toute cause de perturbation extérieure.

On sait que ce dispositif est pour l'instant le plus efficace.

La stabilité garantie est de l'ordre de 1/400.000.

En principe le poste émetteur à ondes courtes type S.F.R. stabilisé par le quartz piezo-électrique est constitué par deux oscillateurs de commande maître oscillateur) semblable débitant 1 kw. environ, fonctionnant alternativement et réglé en usine, l'un sur une longueur d'onde et l'autre sur une longueur différente.

Bien entendu cette disposition est adoptée lorsque la station doit transmettre sur deux longueurs d'ondes différentes sinon le poste est livré avec un seul oscillateur de commande.

Les oscillations, ainsi obtenues rigoureusement stables grâce à la présence d'un quartz piezo-électrique dans chaque oscillateur de commande sont amplifiées par un amplificateur de puissance unique pouvant fonctionner sur deux longeurs d'ondes.

La manipulation et la modulation se font en agissant sur le dernier amplificateur. En télégraphie, la charge de la source d'alimentation est composée pendant les blancs: les signaux sont doux, émis avec une puissance rigoureusement constante, qualifié indispensable lorsque l'on désire assurer un trafic à grande vitesse avec enregistrement automatique.

OSCILLATION DU QUARTZ

Considérons une lampe de quartz taillée comme nous l'avons indiqué ci-dessus et disposons-la entre deux électrodes perpendiculaires à l'axe électrique.

Supposons maintenant qu'une différence de potentiel soit appliquée entre les deux électrodes.

A chaque alternance, le quartz éprouvera une contraction ou une dilatation suivant l'axe électrique accompagnée d'une dilatation suivant le 3e axe. Les déformations sont excessivement petites.

Mais les déformations de lames de quartz peuvent être assimilées à celles des verges envisagées en acoustique.

Dans le cas de la lampe de quartz, nous pouvons envisager deux sortes de vibrations, celles qui se produisent parallèlement à l'axe électrique appelées pour ce fait de vibrations longitudinales et celles suivant le 3e axe, appelées vibrations transversales. A chacune de ces deux espèces de vibrations correspond une *période propre telle qu'il y ait 2 ventres de vibrations aux extrémités du cristal sur l'axe envisagé* et d'un nœud au centre, en d'autres termes le cristal vibre en ½ onde.

Il est donc facile de calculer la fréquence de ces vibrations. La vitesse de propagation des déformations mécaniques dans un corps solide est définie par le modulé d'élasticité et la densité.

La densité du quartz pur est de 2,65, son module d'élasticité suivant l'axe électrique est d'environ 8×10^{11} dynes par centimètre carré. La vitesse est donc de $5,5 \times 10^{6}$ millimètres par seconde.

Ainsi la fréquence d'une plaque de 1 millimètre d'épaisseur sera de 2.750 kilocycles par seconde, ce qui correspond à une longueur d'onde de 100 m.

Montage du quartz utilisé comme oscillateur

Parmi les différents montages qui permettent d'entretenir des oscillations à l'aide d'un quartz piezo-électrique, l'un des plus stable à égalité d'énergie obtenue est celui indiqué où le cristal est intercalé entre la grille et la plaque d'une lampe comportant un circuit oscillant dans son circuit d'anode.

L'entretien des oscillations qui, par suite ne peut avoir lieu pour la fréquence du quartz, est obtenu au moyen du couplage très faible entre ces deux circuits, produit par la capacité interne entre grille et filament de la triode; on démontre que dans ce cas le circuit oscillant d'anode doit être réglé avec une capacité légèrement supérieure à celle qui donnerait la résonance avec la fréquence du quartz.

La fréquence des oscillations ainsi obtenues est d'une très grande stabilité, pratiquement indépendante des conditions d'alimentation de la triode et cette propriété est d'une importance capitale dans l'application du système aux émetteurs à ondes courtes. Dans ce cas pour des raisons de fragilité des cristaux on utilise des lamelles de quartz ayant une longueur d'onde propre minimum d'une centaine de mètre environ qui permettent d'obtenir dans le circuit d'anode de la triode une puissance de l'ordre du watt.

Il est donc évidemment nécessaire pour établir des émetteurs destinés aux liaisons à grande distance et dont la puissance atteint 15 kilowatts sur des ondes comprises entre 15 et 30 mètres d'adjoindre au système précédent, constituant l'élément stabilisateur un ensemble amplificateur de fréquence.

Le poste émetteur à ondes courtes de la *Société Française Radio-Electrique* comprend trois types de meubles différents:

— un meuble de commande renfermant l'élément stabilisé par quartz et les étages de petite et moyenne puissance;

— un meuble d'amplification à grande puissance connecté à l'aérien et recevant le courant HF issu du meuble précédent;

Digitized by Google

— un meuble de modulation (téléphonie) et d'obsortion (télégraphie).

La station est enfin complétée par un pupitre de commande et un ensemble d'alimentation.

1 oscillateur de commande.

Chaque oscillateur de commande est constitué par un meuble en acier zingué ayant les dimensions suivantes:

Largeur.....	1 m. 15
Profondeur	1 m. 40
Hauteur.....	2 m. 30

A la partie inférieure de ce meuble sont disposés:

1 étage stabilisateur de fréquence comprenant une triode E.151

Ces étages ont pour but de doubler successivement la fréquence des oscillations engendrées par l'étage à quartz.

1 premier étage d'amplification de petite puissance avec 4 lampes E.303.

A la partie supérieure de ce meuble est placé *un deuxième étage d'amplification de moyenne puissance* avec 2 triodes E.945.M.

Le mécanisme de l'entretien des oscillations est celui, supposé maintes fois: on doit seulement remarquer que la quartz ayant une de ses armatures connectée à l'extrémité de la self-inductance du circuit oscillant opposée à celle reliée à l'anode, la tension oscillante appliquée au cristal serait de phase inverse de celle du cas précédent.

On établit la phase convenable pour l'entretien des oscillations en réglant le circuit oscillant avec une capacité légèrement inférieure à celle qui donnerait la résonance sur la fréquence du quartz.

Le circuit de l'élément stabilisé est équipé avec une lampe E. 151 fonctionnant à très faible régime sous une tension d'anode de 200 volts et une tension de chauffage de 5 v. 5. La longueur d'onde du cristal de quartz Q est de 124 m. 40. La résistance définte à une valeur de 10.000 ohms. La self-inductance comprend deux enroulements, bobinés deux fils en main. L'un de ces enroulements constitue la self-inductance du circuit oscillant proprement dit; l'autre enroulement constitue la self-inductance de couplage avec l'étage suivant. Il permet également de polariser négativement les grilles de cet étage par une crise médiane connectée à la source générale fournissant la tension négative de grille des étages d'amplification et de doublage. Une self-inductance permet d'éviter l'autoexcitation de l'étage attaqué par l'élément stabilisé. Toutes les arrivées de sources sont reliées à la masse par des capacités afin d'éviter tout retour de courant à haute fréquence dans les conducteurs d'alimentation.

Etages de doublage.

L'élément stabilisé par quartz est suivi de trois étages de doublage de fréquence reliés en cascade et permettant d'obtenir dans le circuit de sortie du dernier de ces étages la longueur d'onde de 15 m. 55 d'émission de la station.

Chaque étage de doublage comprend deux lampes dont les grilles sont excitées par des tensions instantanées inverses par rapport au filament et dont les plaques débitent en parallèle dans un circuit accordé sur la fréquence double de celle du courant d'excitation. Les grilles des lampes sont polarisées très négativement de façon à obtenir l'effet de détection produisant le doublage de la fréquence. On règle ainsi le point de fonctionnement au début de la caractéristique plaque. Les lampes travaillent à tour de rôle et produisent dans le circuit oscillant une force électro-motrice qui reprend le même sens à chaque alternance de la force électromotrice d'excitation et par suite est à une fréquence double de cette dernière.

Cette question a déjà été étudiée dans ces colonnes.

Les lampes utilisées sont du type E. 151 et sont alimentées sous une tension d'anode de 600 volts et une tension de chauffage de 5 v. 5.

UTILISATION DE LA PUISSANCE A HAUTE-FREQUENCE

Conditions générales.

L'amplification des courants à très haute-fréquence utilisée dans les transmissions sur ondes courtes nécessite des dispositions spéciales pour obtenir la stabilité individuelle de chaque étage, ainsi que celle des différents étages successifs.

Dans le cas envisagé, la téactance de capacité entre électrodes devient en effet suffisamment faible pour produire un couplage électrotatique entre grille et plaque susceptible d'entretenir les oscillations dans les circuits.

En outre il en résulte que même en l'absence d'un régime d'auto-excitation, le courant du circuit d'attaque des grilles passe directement dans le circuit de sortie sans faire intervenir les propriétés amplificatrices des lampes.

Il est nécessaire de compenser l'effet de la capacité grille-plaque des lampes par l'emploi de montages ordinairement appelés *neutrodynes.*

Le montage utilisé comprend à chaque étage d'amplification H. F. deux lampes à montage symétrique avec neutrodyne double évitant la réaction du courant traversant le circuit d'entrée sur eux traversant le circuit de sortie et réciproquement.

Le circuit d'entrée et le circuit de sortie sont connectés respectivement suivant les diagonales d'un pont dont les quatre branches sont constituées par les capacités « grille et plaque » des lampes et les condensateurs neutrodynes. Il est clair que si le pont est équilibré et en particulier pour l'égalité des capacités dans chaque branche, lorsque le circuit d'entrée excite les grilles des lampes par des potentiels égaux et symétriques par rapport à celui du point milieu de la self de couplage L3 considéré comme étant au potentiel du sol, il n'y a aucun courant dans le circuit du débit sauf celui produit par l'effet de relais électroniques de la lampe. Inversement, le courant amplifié traversant le circuit d'entrée et par suite l'auto-excitation du système ne peut avoir lieu. Sur la fig. 16 les flèches indiquent les sens respectifs du courant d'excitation correspondant au fonctionnement en montage symétrique.

Il y a toutefois lieu de remarquer que la présence des condensateurs neutrodynes n'intervient pas pour empêcher l'auto-excitation du système en régime parallèle, c'est-à-dire pour lequel les tensions haute-fréquence respectives des anodes et des grilles sont par rapport au sol à chaque instant égales en valeur absolue. Dans ce cas, en effet, prennent naissance des courants qui se referment par points milieux les circuits connectés par les capacités de valeur élevée au potentiel du sol par les courants haute-fréquence.

Une partie de ces courants traversant le circuit d'entrée passe à travers le circuit de sortie et réciproquement et par suite tend à produire l'auto-excitation du système.

On évite le régime d'auto-amorçage en parallèle en disposant en série dans les connections reliant les points milieux des circuits d'entrée et de sortie aux capacités shuntant les sources d'alimentation d'anode et de polarisation de grille, des self-inductances bobinés en fil résistant et s'opposant au passage du courant à haute-fréquence. Il y a lieu de remarquer que pour les régimes de fonctionnement en symétrique ces self-inductances de blocage ne sont pas traversées par le courant haute-fréquence du circuit oscillant et par suite n'interviennent pas pour augmenter l'amortissement du système.

Etages d'amplification haute-fréquence

Le meuble de commande comprend à la suite des étages multiplicateurs de fréquence deux étages d'amplification haute-fréquence.

Le premier étage

comprend deux groupes symétriques de 2 lampes E. 303. A. montées en parallèle. Les triodes sont alimentés sous une tension d'anode de 800 à 1.000 volts et une tension de chauffage de 10 volts.

De deuxième étage

(dernier étage d'amplification du meuble de commande) utilise deux lampes E. 954 M. alimentées sous une tension

Digitized by Google

d'anode de 3.500 volts et une tension de de chauffage de 12 v. 5.

La puissance débitée par cet étage est normalement d'environ 600 watts.

II. — AMPLIFICATEUR A GRANDE PUISSANCE

Cet ensemble est constitué par un meuble en acier zingué ayant les mêmes dimensions que le meuble précédent. Il comprend 2 triodes à circulation d'eau du type E. C. 1651, alimentées sous une tension d'anode de 10.000 volts et une tension de filament de 16 volts, dont le circuit oscillant est couplé à l'antenne.

Des dispositions particulières sont prises pour éviter les pertes dans les canalisations de réfrigération des anodes et pour permettre l'égalisation des débits des lampes ainsi que la mesure des courants d'anode et de grille pour chacune d'elles.

Les enroulements sont eux-mêmes raccordés à la distribution d'eau par les serpentins en tube de caoutchouc qui permettent d'obtenir l'isolement pour la tension continue qui est appliquée aux anodes des lampes par l'intermédiaire des self-inductances.

III.— ENSEMBLE D'ABSORPTION ET DE MODULATION

Cet ensemble est constitué par un meuble de mêmes dimensions que les dimensions que les précédents et comprenant:

a) 4 triodes E. 303 dont les grilles sont commandées par le relais de manipulation.

b) 3 triodes E. C. 1651 commandées par les lampes ci-dessus et qui constituent, avec un ensemble de résistances, le circuit d'absorption lorsque l'on fonctionne en télégraphie.

Ces mêmes triodes E. C. 1651 servent de modulatrices lorsqu'on travaille en téléphonie. Leurs grilles sont alors commandées par le circuit-plaque des quatre triodes E. 303 montées en parallèle. Ces lampes constituent dans ce cas l'étage de sous-contrôle.

Elles sont également contenues dans cet ensemble d'absorption ou de modulation.

Les grilles de ces triodes sont attaquées par un transformateur d'adaptation dont le primaire est alimenté par un amplificateur mi crophonique.

L'équipement du meuble d'absorption et de modulation est complété par 2 relais à grande vitesse, actionnés du Bureau central radioélectrique.

Radio.

Pour les communications téléphoniques représentées schématiquement à la figure 24, les circuits de modulation sont reliés au réseau d'abonnés par l'intermédiaire du standard du Bureau central radioélectrique.

Au départ de ce standard, les courants téléphoniques passent dans un amplificateur *A* dont le rôle est de compenser l'affaiblissement qui se produit dans la ligne (dont la longueur peut être assez considérable) qui relie le Bureau central radioélectrique à la station d'émission.

A la station d'émission, les courants de modulation traversent les amplificateurs de sous-contrôle *B* permettant d'obtenir sans distorsion une puissance de 4 watts.

Cet amplificateur attaque par l'intermédiaire d'un transformateur les grilles des trois lampes à circulation d'eau qui sont disposées dans le meuble de modulation. La polarisation de chacune des lampes peut être ajustée séparément pour régler la puissance dissipée en régime statique dans l'anode a une valeur de 5 kws par lampe.

En série dans l'alimentation d'anode des lampes sont intercalées des résistances *R* évitant l'auto-excitation du système.

La modulation agit sur l'émetteur au moyen d'une inductance de parole intercalée en série à la sortie du redressement à 10.000 volts dans la barre d'alimentation commune aux anodes des lampes à circulation d'eau du meuble de contrôle et du châssis amplificateur de 15 kws.

Sous l'action de la parole, une composante alternative du courant prend naissance dans le circuit-plaque des lampes de modulation, l'inductance de contrôle d'anode parcourue par ce courant agit comme auto-transformateur; la tension à ses bornes et tantôt de même sens, tantôt de sens inverse à celle du redressement, il en résulte une tension variable d'alimentation-plaque des lampes amplificatrices haute-fréquence et, par suite, une modification de la puissance émise suivant la modulation.

Comme nous l'avons dit précédemment en télégraphie, la charge de la source d'alimentation est compensée pendant les blancs, les signaux sont donc émis avec une puissance rigoureusement constante, qualité indispensable lorsque l'on désire assurer un trafic à grande vitesse avec enregistrement automatique.

IV. — PUPITRE DE COMMANDE

Il porte tous les organes permettant la mise en route ou l'arrêt du poste à distance par l'intermédiaire de boutons de commande qui actionnent des contacteurs aussi bien pour la fermeture des circuits de chauffage des triodes que pour la fermeture de circuits d'anode et de tension-grille.

Des sécurités sont prévues sur les circuits de telle façon qu'aucune fausse manœuvre ne soit possible, des relais à retardement notamment permettent de n'appliquer la tension-plaque sur les triodes que si celles-ci sont normalement chauffées et si les circuits de poladisation des grilles correspondants sont fermés.

Pour les lampes du type E. C. 1651, elles ne peuvent être mises en fonctionnement que si l'eau circule convenablement autour des plaques et si les joints sont normalement soufflés.

De plus, les boutons secondaires permettent d'arrêter la manœuvre à un étage d'amplification quelconque.

Ce pupitre porte également les appareils de mesure permettant le contrôle des divers produits amplificateurs.

V. — ALIMENTATION

L'alimentation est assurée par:

Un redressement tri-dodécaphasé à 24 valves du type V. 952 fournissant la tension-plaque des lampes du dernier étage d'amplification ainsi que celle des grosses lampes d'absorption ou de modulation.

Ce redressement comprend dans son circuit d'alimentation un régulateur d'induction à commande à main qui permet de produire du côté haute-tension les variations de ± 15 %.

Un groupe convertisseur constitué par un moteur asynchrome triphasé entraînant une génératrice de 3.500 volts, 1-2 amp. produisant la tension pour les triodes du type E. 954 M.

Un groupe convertisseur constitué par un moteur asynchrome triphasé entraînant une génératrice de 2 collecteurs 1.110v.0,4 et 550v.0,2 amp., fournissant chacun respectivement les tensions-plaque pour les triodes du type E. 303 et E. 151 et une génératrice de 500 v. 1,5 amp. 5 débitant sur un potentiémètre et fournissant les polarisations de grilles.

Un groupe convertisseur constitué par un moteur asynchrone triphasé entraînant une génératrice 2 × 1.500 v. 0.4 amp. fournissant la tension-plaque aux triodes E. 303 de manipulation.

Un groupe convertisseur constitué par un moteur asynchrone triphasé entraînant une génératrice à courant continu 100 v. utilisée comme excitatrice par toutes les machines ci-dessus.

Une batterie d'accumulateurs de 100 éléments 10 AH. pour la tension-plaque de l'étage à quartz.

Une batterie d'accumulateurs de 8 éléments 800 AH.

Cette batterie est utilisée pour le chauffage des filaments des triodes E. 151 et des triodes E. 303 d'un étage de commande et des triodes 303 de sous-contrôle pour la modulation.

Pour la télégraphie, le chauffage des filaments des quatre triodes E. 303 de

Digitized by Google

manipulation est obtenu par un petit transformateur branché sur le secteur.

Un transformateur abaisseur pouvant débiter au secondaire 250 ampères sous 24 v. est utilisé pour le chauffage des filaments des lampes E. 1651.

Un transformateur abaisseur pouvant débiter 50 amp. sous 16 v. pour le chauffage des filaments des deux triodes E. 954 de l'étage de commande en fonctionnement.

Un tableau général de distribution permet la commande des groupes du transformateur et des sources indiquées ci-dessus (démarrage, réglage de la tension, contrôle, etc.).

RESUME

A) Les conditions de stabilité de l'onde porteuse définies précédemment conduisent à l'établissement d'un émetteur à fréquence commandée dont l'élément générateur présente une très grande régularité de l'onde émise. Avec le fonctionnement des triodes sur ondes courtes, cette caractéristique de l'émission est souvent difficile à obtenir. C'est ainsi que l'on constate expérimentalement qu'un système auto-générateur à lampe fournit une onde présentant d'autant plus difficilement une régularité suffisante que, d'une part sa puissance est plus élevée et le rapport de l'énergie réactive développée dans les organes d'oscillation à la puissance utile débitée est plus réduit, d'autre part que la longueur d'onde d'oscillation est plus courte. Cette sorte de scintillement de l'onde émise peut d'ailleurs être décelé soit à l'oscillographe, soit à l'écoute sur un récepteur comprenant une lampe détectrice à réaction.

A mesure que l'on s'éloigne des conditions de fonctionnement favorables, le caractère musical des battements obtenus au récepteur cesse, d'abord pour des fréquences graves de ces derniers, puis pour toutes celles de la gamme audible, et enfin la note observée devient soufflée et ne donne plus d'accord net au récepteur. L'émission couvre alors une plage de fréquence considérable et la lampe ne pouvant au point de vue instantané entretenir qu'une seule onde, on est conduit à envisager des variations rapides de cette dernière.

Le phénomène étant d'ailleurs indépendant de la qualité du filtrage des sources à courant continu d'alimentation, sa cause ne peut être cherchée que dans les conditions de fonctionnement des triodes et une explication qui peut rendre compte de sa nature est la suivante :

On peut admettre que, sous l'action des courants à haute-fréquence qui traversent les triodes, certaines parties des électrodes s'échauffent et libèrent les molécules de gaz retenues à leur surface. Ces molécules traversent l'espace entre électrodes, s'ionisent sous l'action du champ électronique qu'elles tendent alors à combattre. Il en résulte, pendant un très court instant, soit une réduction, soit une interruption du courant filament-plaque modifiant les caractéristiques internes de la lampe, qui, abstraction faite de la capacité entre électrodes, se comporte ainsi comme une résistance variable connectée en dérivation sur le circuit oscillant, la fréquence des oscillations entretenues dans ce dernier étant fonction de cette résistance, se trouve alors modifiée. Toutes choses égales, la variation de fréquence présentera la même valeur relative par rapport à la fréquence d'émission, et, lorsque cette dernière est très élevée, pourra par suite atteindre une valeur absolue considérable.

L'effet d'ionisation est d'ailleurs plus important pour les lampes puissantes fonctionnant sous des tensions anodiques élevées et dont les électrodes ont des dimensions importantes; il croît également quand on augmente la fréquence d'oscillations, par suite de l'accroissement correspondant des courants à haute-fréquence traversant les électrodes et des échauffements qu'ils produisent, ainsi que le confirme la diminution du rendement des lampes lorsqu'elles fonctionnent sur ondes courtes.

En ce qui concerne le rapport de la puissance utile de débit à l'énergie réactive dans le circuit d'entretien, cette dernière constitue le volant électrique du système. Dans le cas de cessation ou de réduction du courant électronique, l'énergie réactive tend à maintenir l'oscillation pendant un temps d'autant plus long qu'elle est plus importante vis-à-vis de l'énergie réelle.

Ces différentes remarques conduisent à l'établissement d'un organe générateur de faible puissance dont les courants sont ensuite amplifiés pour obtenir l'énergie voulue. De plus, nous avons souvent observé que l'entretien d'oscillateurs par l'intermédiaire d'un quartz piezo-électrique, confère à l'onde émise non seulement une très grande stabilité moyenne, mais également une pureté remarquable, c'est ainsi que son emploi était particulièrement indiqué pour le contrôle de la fréquence d'un émetteur de radiotéléphonie.

On peut également observer que, pour des raisons de fragilité des quartz, il n'est pas possible d'obtenir directement des fréquences d'oscillation de ces derniers aussi élevées qu'elles correspondent aux ondes courtes. Il est alors nécessaire, pour obtenir la longueur d'onde désirée, d'utiliser un appareillage préparatoire, comprenant des dispositifs multiplicateurs de fréquence qui contribuent par suite des différentes longueurs d'onde d'accord entre les circuits, à éviter toute réaction de la modulation susceptible de nuire à la stabilité de l'onde porteuse.

RECEPTEUR

Pour obtenir une qualité et une sécurité de réception permettant une utilisation commerciale, les essais ont conduit à l'établissement d'un récepteur spécialement étudié pour donner le minimum de bruit de fond, tout en présentant une très forte réserve d'amplification mise en œuvre automatiquement dans les moments où le signal faiblit.

Les caractéristiques principales de l'ensemble de réception consistent dans l'emploi :

a) d'un seul changement de fréquence effectué à la suite d'une amplification très importante de l'onde reçue et par suite opérant sur des signaux d'amplitude relativement grande;

b) de montages permettant de filtrer les composantes indésirables du courant obtenu à la suite du changement de fréquence;

c) d'un système anti-fading contrôlant, sans introduire de distorsion des signaux, un amplificateur moyenne fréquence de façon à obtenir, à la sortie du détecteur attaqué par ce dernier, un courant constant, malgré des variations importantes dans l'amplitude du signal reçu.

Cette dernière précaution est indispensable pour le bon fonctionnement de l'ensemble de liaison au réseau d'abonnés.

1°) Amplification du courant à haute fréquence de l'onde reçue. — L'amplification du courant à haute fréquence de l'onde reçue est obtenue au moyen de huit étages à résonance montés en symétrie, les trois premiers étant équipés avec des lampes à grille écran, et les suivants munis de triodes neutrodynées suivant la même disposition que celle utilisée à l'émission.

2°) Dispositif changeur de fréquence. — La différence de potentiel à haute fréquence recueillie à la sortie de l'amplificateur précédent est appliquée aux grilles de commande de deux lampes bigrilles montées en symétrie et neutrodynées. Les grilles de contrôle sont excitées en parallèle par une hétérodyne local à travers un étage d'amplification haute fréquence permettant de filtrer les harmoniques de cette dernière. Le circuit de débit des lampes bigrilles attaque l'amplification moyenne fréquence à travers un filtre à bande dont l'élément d'entrée comprend un condensateur ayant son armature centrale reliée au sol. On remarque facilement que l'ensemble permet de soustraire l'amplificateur moyenne fréquence aux courants incidents, en particulier à ceux produits par le générateur local.

3°) Compensation de l'effet du fading. — L'ensemble anti-fading utilise les variations du courant issu du détecteur attaqué par l'amplification moyenne fréquence pour modifier l'amplification de ce dernier. L'effet d'asservissement est

Digitized by Google

obtenu en réalisant le couplage entre étages de l'amplificateur moyenne fréquence par l'intermédiaire de l'espace filament plaque de lampes de commande dont le potentiel de grille est produit par le courant détecté.

L'appareil dont le schéma est présenté comprend un amplificateur à courant continu qui permet d'amener à la valeur et au sens convenable les variations du courant fourni par le détecteur. Le courant débité par cet amplificateur traverse une résistance et la tension recueillie aux bornes de cette dernière, fournit la polarisation de grille des lampes de commande; celles-ci sont connectées, d'une part, à travers une résistance de l'amplificateur moyenne fréquence et, d'autre part, au circuit d'entrée de l'étage d'amplification suivant.

II. — ENSEMBLE DE LIAISON AU RESEAU D'ABONNES

Le principe du système de liaison des appareils de réception et des organes d'émission d'une communication radiotéléphonique bilatérale à une ligne à deux fils desservant un combiné normal, consiste à permettre aux courants provenant de la ligne d'abonnés de traverser les circuits de modulation de l'émetteur, tout en évitant l'action sur ces derniers des courants issus du récepteur et qui traversent eux-mêmes la ligne d'abonnés.

Nous rapellerons que le système « termineur » de liaison classique comprend un transformateur spécial à trois enroulements, connecté. Lorsque la ligne artificielle est réglée de façon à équilibrer exactement la ligne d'abonnés, les courants provenant du récepteur sont sans action sur la ligne aboutissant aux amplificateurs de modulation de l'émetteur.

En effet, dans ces conditions, pour un sens convenable, des enroulements du transformateur, donnant, pour les courants issus du récepteur, les polarités des tensions instantanées indiqués, la ligne de modulation est traversée par des courants égaux et de sens inverse, si le module et l'argument de la ligne d'équilibre sont identiques à ceux de la ligne d'abonnés.

Il est bien évident que, lorsque l'abonné cause, le courant téléphonique est envoyé vers l'émetteur et vers le récepteur, mais sur ce dernier qui se trouve alors attaqué par sa sortie, il est forcément sans effet.

L'expérience montre que l'utilisation d'un termineur seul est insuffisant dans le cas de la liaison des appareils de réception et des organes d'émission à un réseau d'abonnés, même en introduisant vers ce dernier une cellule de ligne artificielle pour réduire les variations d'équilibrage.

Dans ce cas, en effet, les lignes d'abonnés ne présentent pas toutes les mêmes caractéristiques; il en résulte toujours, dans la pratique, un déséquilibrage du système. Une première conséquence de ce déséquilibre est la production de l'écho téléphonique, c'est-à-dire la retransmission par les organes d'émission du courant téléphonique issu du récepteur. Il est à remarquer que cet écho téléphonique est particulièrement gênant dans les liaisons à grande distance, pour lesquelles le temps de propagation n'est plus négligeable, c'est-à-dire lorsque l'abonné entend par exemple la syllabe précédent celle qu'il est en train de prononcer.

Cette retransmission peut être facilement supprimée au moyen de dispositifs analogues à ceux utilisés sur les récepteurs téléphoniques et qui bloquent la ligne de modulation dès que les signaux arrivent du correspondant.

Les autres répercussions du déséquilibre ont une importance particulière dans le cas de communications radiotéléphoniques par suite:

1°) des bruits parasites issus du récepteur, même s'ils n'apportent aucune gêne à la compréhension de la parole L'adjonction d'un dispositif de blocage des circuits du récepteur du correspondant au moment où il parle, est insuffisante du fait que, dans les moments d'interruption entre les mots échangés au cours d'une conversation, les bruits sont retransmis d'une extrémité à l'autre et peuvent atteindre un niveau suffisant pour apporter une gêne considérable;

2°) du régime d'auto-excitation du circuit qu'ils peuvent provoquer. Ce régime est supprimé par une diminution de l'amplification totale du circuit, mais si on remarque qu'il y a avantage au point de vue du rapport signal à parasites à la réception, à faire fonctionner l'émission avec la modulation maximum, on trouve que la réduction de l'amplification devra être effectuée sur les lignes de réception et souvent il y aura intérêt à agir seulement sur une seule d'entre elles. Or, il est bien évident que l'éloignement des opérateurs rend l'opération plus difficile et le mieux est donc de l'éviter dans la mesure du possible.

On parvient à éviter ces inconvénients dans les limites pratiques d'exploitation courante en opérant avec un circuit présentant au moins une de ses branches — ligne de réception ou ligne de modulation — bloquée aussi bien en période de repos qu'au moment de l'échange d'une conversation, le blocage passant évidemment dans ce cas d'une ligne à l'autre.

A la suite de nombreux essais, nous avons été conduits à disposer un appareillage plus complexe, représenté sur la fig. 4, dans lequel les blocages sont effectués par suppression du courant d'anode des lampes amplificatrices intercalées dans les diverses parties du circuit.

L'annulation du courant d'anode est elle-même produite par l'application, sur la grille de la lampe, d'une tension redressée négative par rapport au filament et obtenue à la suite d'un détecteur alimenté par les courants téléphoniques : elle ne fait ainsi intervenir aucun organe mécanique susceptible de déréglage.

Le principe de fonctionement du système est le suivant:

Les signaux reçus du correspondant, après avoir été filtrés dans le filtre passe-bande F., attaquant l'amplificateur A_1. Une partie des courants produits est dérivée vers l'amplificateur A_3, qui actionne les détecteurs D_1 et D_2. Le détecteur D_1 fait apparaitre une tension négative vers la grille de la lampe amplificatrice A_3, bloquant ainsi la ligne de modulation de l'émetteur. Le détecteur D_2 fait, au contraire, apparaître une tension positive vers la grille de la lampe amplificatrice A_2. Cette lampe, qui était normalement bloquée, se trouve débloquée et permet le passage aux courants du récepteur vers l'abonné.

Afin que le début de la première syllabe puisse passer corectement on dispose, entre les lampes amplificatrices A_1 et A_2 un ligne artificielle pupinisée de retardement grâce à laquelle les courants arrivent à la lampe A_2 un certain temps après l'effet de déblocage du détecteur D_2.

De même, lorsque l'abonné parle, après amplification dans l'amplificateur A_3 une partie des courants est dérivée vers l'amplificateur A_6 qui actionne les détecteurs D_3 et D_4. En même temps que le détecteur D_3 bloque la ligne de réception en faisant apparaître une tension négative sur la grille de la lampe amplificatrice A_1, le détecteur D_4 rend perméable aux courants téléphoniques la ligne de modulations de l'émetteur en faisant apparaître une tension positive vers la grille de la lampe amplificatrice A_4.

Afin que les lampes amplificatrices A_2 et A_6 travaillent toujours en un point déterminé de leurs caractéristiques, c'est-à-dire que les actions de déblocage produites par les détecteurs D_2 et D_4 soient pratiquement indépendantes des volumes de son reçu respectivement du correspondant ou de l'abonné, des lampes régulatrices représentées en R_1, R_2, sont intercalées d'une part entre le détecteur D_2 et l'amplificateur A_2 d'autre part entre le détecteur D_4 et l'amplificateur D_4 et l'amplificateur A_4. Leur fonctionnement est le suivant: En période de repos la lampe régulatrice R_2 par exemple, débite dans une résistance et bloque la ligne de modulation de l'émetteur en faisant apparaitre une tension négative sur la grille de la lampe amplificatrice A_4. Dès que l'abonné parle, le courant continu fourni par le détecteur D_4, fait cesser le débit de la lampe R_2. Par cela même, la lampe A_4

Digitized by Google

se trouve débloquée et travaille en un point bien déterminé de sa caractéristique.

Le circuit de commande de la lampe régulatrice comporte une constante de temps dont l'effet est de prolonger l'action du détecteur de telle sorte que lorsque l'abonné cause d'une façon assez continue, la tension de grille de la lampe commandée ne subisse pas de variation.

Pour éviter le fonctionnement du système de blocage de la ligne de réception sous l'action est filtrée à travers le filtre à bande F_1 qui laisse passer les fréquences moyennes de la voix.

A la suite des détecteurs, les circuits d'opération des blocages comprennent un ensemble de capacités et de résistances présentant des constantes de temps, permettant d'ajuster séparément leur retard et leur prolongation de fonctionnement. On parvient, ainsi, à supprimer l'effet de perturbations brèves telle que celles produites par le jeu des clefs téléphoniques d'opérateurs et à éviter le fonctionnement continuel du système sous l'action des amplitudes rapidement variables du courant de parole.

Bien entendu, ces constantes de temps doivent cependant rester suffisamment faibles, de l'ordre de 1/100e de seconde, pour que leur effet ne soit pas sensible aux usagers.

Enfin, l'effet de surtensions produites dans les circuits par l'opération des circuits de blocage et de déblocage et qui se traduirait par des chocs au récepteur de l'abonné, est rendu imperceptible par l'emploi de montages symétriques à transformateurs sur les étages amplificateurs commandés. De cette façon, les surtensions produites dans les transformateurs de sortie par chacune des lampes au moment de la cessation ou du rétablissement du courant plaque, se compensent mutuellement et ne sont pas transmises à l'étage suivant. On peut d'ailleurs remarquer que ces surtensions sont très réduites par suite de la commande à effet progressif obtenu par la constante de temps des circuits.

Pierre.

Les Réseaux de distribution électrique en Algérie

par A. BILLY, ancien élève de l'École Polytechnique

DE nos jours, la vie économique d'un pays est intimement liée à l'étendue et à la puissance de ses réseaux de distribution électrique. L'Algérie, pays prospère, ne peut échapper à cette loi; aussi nous présente-t-elle un réseau qui, si l'on tient compte des difficultés d'installation tenant tant au relief du sol qu'à l'alimentation en combustible des usines génératrices, est réellement digne d'attention. Les travaux sont d'ailleurs loin d'être terminés, ils se poursuivent actuellement dans le cadre d'un plan d'ensemble qui, lorsqu'il sera réalisé, permettra l'intercommunication de toutes les usines et l'électrification des villages les plus reculés.

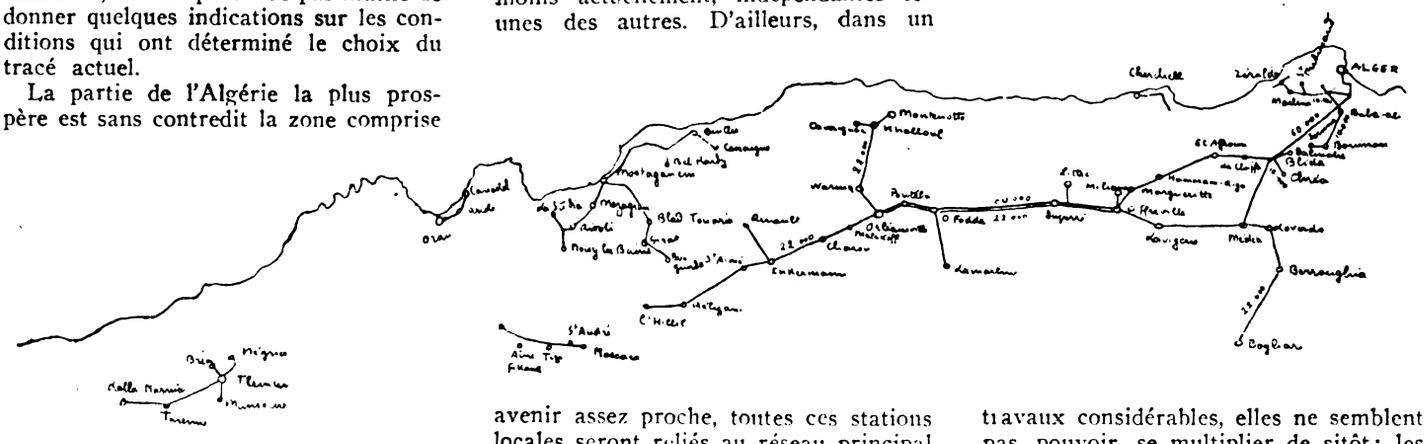
Avant d'entrer dans le détail des installations, il n'est peut-être pas inutile de donner quelques indications sur les conditions qui ont déterminé le choix du tracé actuel.

La partie de l'Algérie la plus prospère est sans contredit la zone comprise entre la côte et l'Atlas tellien; c'est là que sont concentrées les principales villes et la plupart des industries. C'est donc dans cette région que se fait le plus sentir le besoin d'un réseau de distribution. Si l'on regarde une carte, on voit que cette bande de territoire peut se diviser en deux parties, dissemblables au point de vue orographique. D'une part la région située entre Alger et Oran, traversée dans toute sa longueur par la vallée du Chéliff et la plaine de la Métidja qui forment ainsi une voie de pénétration naturelle. D'autre part la région située entre Alger et la frontière orientale, montagneuse et sans voies de pénétration bien marquées.

Ces différences de configuration expliquent les différences d'aspect du réseau de distribution: alors qu'entre Alger et Oran le tracé d'un réseau continu est possible économiquement, à l'est d'Alger n'existent que des réseaux locaux, comprenant en général une ville de quelque importance et quelques pays alentour, ces petites installations étant, tout au moins actuellement, indépendantes les unes des autres. D'ailleurs, dans un avenir assez proche, toutes ces stations locales seront reliés au réseau principal d'Alger, réalisant ainsi l'unification. Il est bien évident que des villes telles que Constantine ne pouvaient attendre la fin des travaux pour profiter des bienfaits de l'électricité; la marche suivie, malgré son peu de cohésion en apparence, est cependant la plus logique.

La même diversité, motivée par les mêmes causes, se manifeste également dans les aménagements des usines génératrices. Si dans les stations côtières, grands ports en général, les installations de grandes puissances sont faciles, il n'en est pas de même dans les usines situées à l'intérieur du territoire où les communications, sans être difficiles, sont néanmoins peu aisées, et où par suite, le ravitaillement en combustible grèverait lourdement le budget de l'exploitation. C'est ce qui explique la faveur dont jouissent les moteurs Diesel et même les moteurs à gaz pauvre, qui seuls permettent la production économique des petites puissances nécessaires.

Il y a bien quelques stations hydro-électriques, mais, à moins d'effectuer des travaux considérables, elles ne semblent pas pouvoir se multiplier de sitôt; les cours d'eau sont en effet d'une irrégularité désespérante, ils n'ont qu'un filet d'eau pendant de longs mois, puis brusquement enflent et emportent tout sur leur passage, comme à Perrégaux il y a quelque temps. Leur régularisation nécessiterait des barrages gigantesques



Digitized by Google

et la création de réservoirs qui seraient de véritables mers intérieures. En fait, il n'y a actuellement que deux usines hydroélectriques en fonctionnement, celle de Tlemcen, fournissant 350 kw., et travaillant en parallèle avec des usines thermiques, et celle de Mascara, fournissant 120 kw.

Les caractéristiques des transmissions d'énergie se ressentent de cette diversité. Si dans les lignes de transport à grande distance des tensions élevées sont adoptées, par exemple entre Alger et Orléansville où la transmission est faite sous 60.000 volts, pour les usines locales, les tensions sont variables, ainsi que la nature du courant : on y rencontre du triphasé à 115/200, du triphasé à 220/338, du continu à 440—2 ponts de 220. On travaille actuellement à l'unification des tensions, mais les conditions locales ne s'y prêtent pas toujours. Le secteur d'Alger, outre la ligne à 60.000 volts que nous avons citée plus haut, est presque entièrement à 22.000 volts — seuls quelques tronçons sont à 10.000. Une ligne à 60.000 volts est en construction entre Philippeville et Constantine, marquant une étape vers l'unification.

L'ensemble des réseaux est figuré sur la carte que nous donnons.

Caractéristiques des stations génératrices.

La centrale la plus importante est celle d'Alger, station moderne, à turbo-alternateurs dont la puissance installée de 50.000 kw. ne cesse d'être accrue. Elle comporte :

1 turbo-alternateur de 700 kw.
2 — — 2.000 —
1 — — 3.000 —
2 — — 5.000 —
1 — — 10.000 —
1 — — 16.000/20.000 kw.

ce dernier venant d'être installé. Elle produit du courant triphasé à 50 périodes haute tension sous 3.000, 10.000, 22,000 et 60,000 volts, et du triphasé basse tension à 110/190.

1 — — ... ... 5.000 —
1 moteur à gaz de ville de .., 60 —
1 — — — 160 —

Courant triphasé 50 périodes 3.000 volts et 110/190.

Orléansville :

1 turbo-alternateur de ... ... 1.000 kw.
1 Diesel de... ... ... 500 —

en outre un poste de transformation de 1.000 kw. alimenté par le secteur régional. — Courant triphasé 3.000 et 22.000 volts basse tension : 115/200.

Relizane :

1 Diesel de ... ... 125 kw.
1 — ... ... 200 —
1 — ... ... 400 —

plus 500 kw. fournis par le secteur régional.

Courant à 3.000 et 22.000 volts. — Basse tension 115/200.

Tlemcen :

1 Diesel de ... ... 100 kw.
1 — ... ... 350 —
1 turbo-alternateur de ... ... 1.000 —
1 turbine hydraulique de ... 150 —
1 — — ... 200 —

Courant triphasé 50 périodes 3.000 et 22.000. — Basse tension 115/200.

Vialar :

1 moteur à gaz ... ... 20 kw.
1 — — ... ... 50 —
1 — — ... ... 150 kw.

Courant triphasé 50 périodes 22.000 volts. — Basse tension 115/200.

Bougie :

1 moteur à vapeur ... ... 250 kw.
1 — — ... ... 130 —
1 — — ... ... 150 —
1 moteur Diesel ... ... 800 —

Courant continu 440 volts à 220 volts par pont.

Cette station est d'ailleurs en cours d'alimentation à 22.000 volts avec triphasage à 115/200.

Bordj bou Arreridj :

1 Diesel de ... ... 25 kw.
1 — ... ... 35 —
3 — ... ... 15 —

Courant continu à 220 volts.

bon. D'autres sociétés exploitent des secteurs plus réduits : telle la Compagnie du Secteur électrique des Voûtes d'Alger, dont la puissance installée est de 350 kw.

La station électrique de Mascara, usine hydraulique de 120 kw. courant triphasé 50 périodes à 550 volts, alimentant à 10.000 volts une ligne de 32 km. reliant Mascara à Aïn-Fékane, en passant par Saint-André et Saint-Hippolyte, et prolongé jusqu'à la station de pompage de Sidi-Daho.

La Compagnie d'Electricité de l'Afrique du Nord, exploitant un réseau de 18 km. à Cherchell et aux environs. Haute tension 10.000 volts. Basse tension 220/380.

Cette société exploite en outre les stations suivantes :

Oued-Zenati : gaz pauvre 40 kw.
Guelma : 150 kw. continu.
Biskra : 300 kw. triphasé 115/200.
Djidjelli : usine à vapeur 80 kw, courant continu 220 volts.

La Compagnie Gaz et Electricité exploite la station de Philippeville comportant 2 turbo-alternateurs de 1.000 kilowatts, et celle de Jemmapes avec 2 moteurs à gaz pauvre de 40 kw. Les réseaux autour de ces deux centres de production atteignent 40 km.

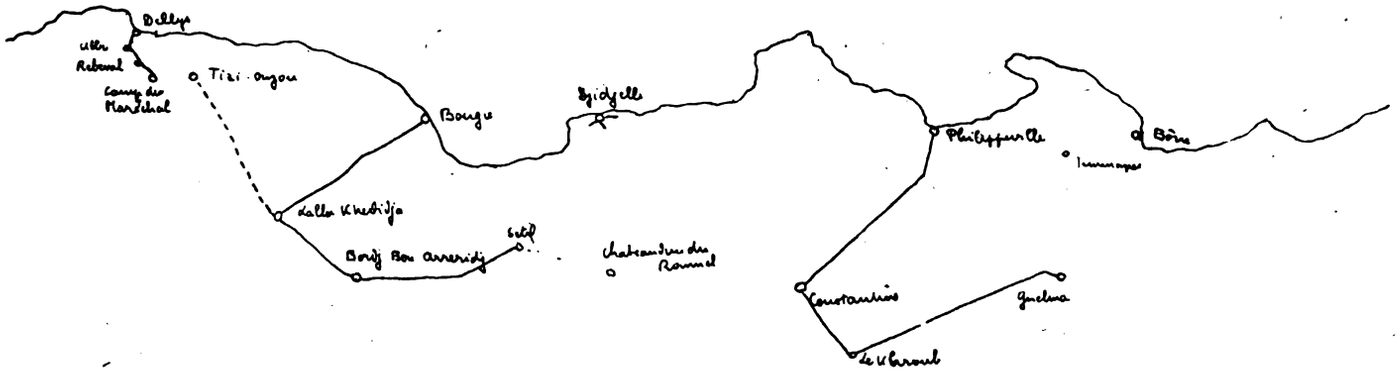
Enfin la station de Mostaganem a une puissance d'env. 2.000 kw. fournie par

2 Diesel de 552 kw.
1 turbine de 884 kw.

Le courant y est produit à 6.000 et 15.000 volts. Le réseau à 6.000 volts a une longueur de 5 km., celui à 15.000 est de 110 km.

Telle est, brièvement résumée, l'œuvre considérable accomplie pour le plus grand bien de notre plus belle colonie; une telle pénétration pacifique a certainement plus fait pour nous l'attacher que les plus grandes opérations militaires ou que les plus ronflants discours politiques.

A. BILLY.



Les principales autres centrales du même réseau sont :

Oran :

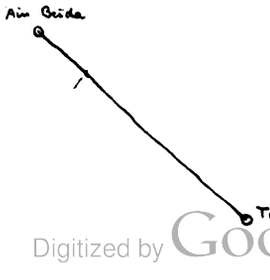
1 turbo-alternateur de ... ... 500 kw.
2 — — ... ... 1.000 —
1 — — ... ... 2.000 —
1 — — ... ... 3.000 —

Châteaudun du Roumel :

1 moteur à gaz pauvre de ... ... 40 kw.
1 — — ... ... 25 —
1 — — ... ... 10 —

Courant continu à 220 volts.

Toutes ces usines ont été installées et sont exploitées par la Compagnie Le-



Digitized by Google

L'accord simultané de circuits multiples

par A. TAILLIEZ

On a souvent cru que la solution du problème du poste automatique ou à commande unique était trouvée, on s'est d'ailleurs souvent emballé sur des dispositifs qui ressemblaient plus à des boîtes de vitesses qu'à des postes de T.S.F.

L'auteur montre toutes les difficultés que l'on rencontre dans une telle réalisation, difficultés qui sont dues non seulement à la non indentité des organes successifs, mais aussi aux capacités internes des lampes à trois ou quatre électrodes.

Il en est de la T. S. F. en France, beaucoup comme de l'industrie automobile. Il suffit qu'un constructeur en vue laisse percer l'intention de réaliser quelque perfectionnement pour que aussitôt ses concurrents s'empressent de réaliser quelque chose d'équivalent. C'est ainsi que nous avons connu le salon des freins avant ou celui des six cylindres. De même, en radio, nous avons eu le salon des changeurs de fréquence, ou celui de l'alimentation par le secteur, mais l'exposition la plus topique fut certainement celle de 1927,

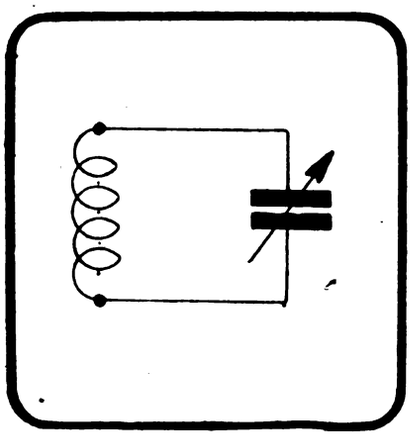


FIG. 1

où, comme à la suite de quelque coup de baguette de la fée des ondes, chaque exposant avait dans son stand un récepteur soi-disant « automatique » ou plus modestement « à réglage unique ».

Quel progrès subit avait réalisé la radiotechnique, pour que l'espérance à peine entrevue de la veille fut devenue la réalité du jour?

Quelques semaines auparavant un technicien eut-il entretenu un constructeur des essais de cet ordre, poursuivis à ce moment dans les laboratoires américains, qu'il n'eût reçu pour toute réponse qu'un dédaigneux haussement d'épaule.

Mais dans l'intervalle un concurrent avisé avait pris un brevet pour une disposition originale permettant de régler simultanément, dans d'assez vastes gammes, les deux circuits d'un changeur de fréquence ou d'un récepteur à résonance. Et cela avait suffi pour inciter chacun à reprendre les schémas les plus simplistes ou les plus baroques, à les accomoder à la sauce de condensateurs doubles et de cadrans étalonnés d'avance et à amortir les circuits pour éviter la fâcheuse précision d'une résonance trop pointue. Baptisé carpe, le lapin, de la veille devenait ainsi super-récepteur à réglage unique, à lecture directe ou à accord automatique qui devait révolutionner l'industrie radioélectrique.

Qu'est-il resté de ce subit engouement? Peu de chose. Seuls quelques appareils vraiment originaux, très soignés dans leur construction ont gardé, par leurs qualités intrinsèques une fidèle clientèle. Quant aux autres les constructeurs en ont arrêté la série, trop heureux pour quelques uns d'échapper au ridicule d'avoir équipé d'un bouton de rhéostat, intitulé « puissance », le condensateur de cadre d'un supradyne, que sûr des modèles moins coûteux ils se croyaient obligés de munir d'un vernier.

Pourtant, nous devons le reconnaître, les efforts de plus d'un avaient été sincères et méritoires. Et beaucoup ne sont pas encore revenus de leurs déceptions dans une question d'apparence aussi simple.

Quel obstacle technique, si difficilement surmontable s'interpose-t-il donc? Il est intéressant de le rechercher. Un mal dont les causes sont connues est toujours plus facile à guérir.

Considérons un circuit d'accord élémentaire, uniquement composé d'une self et d'un condensateur variable et bien établi, par exemple celui d'un ondemètre à absorption (fig. 1). Nous savons par avance que pour une longueur d'onde donnée l'index de réglage va revenir à une position constante, à la condition évidente que l'appareil n'ait reçu aucune modification, par choc ou autrement, et que les conditions d'expérience soient toujours les mêmes.

Construisons un autre ondemètre de mêmes dimensions et avec des matériaux identiques, et les indications qu'il donnera seront à moins d'un centième près identiques à celles du premier.

Cette expérience nous montre donc qu'il est possible de réaliser des circuits dont les caractéristiques nous seront connues d'avance.

Un appareil de réception (fig. 2), comportant un ou plusieurs étages H. F. accordés et identiques, peut être considéré comme une cascade d'ondemètres identi-

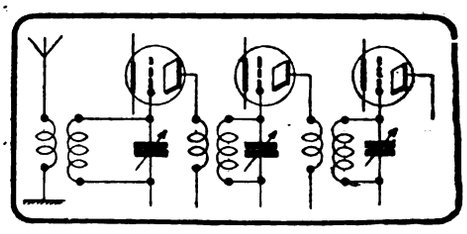


FIG. 2

ques dont l'accord sera le même pour chaque étage, ce qui nous permettrait de monter tous les condensateurs variables sur un arbre unique, simplifiant ainsi le réglage dans de vastes proportions. L'expérience montre malheureusement qu'il n'en est est rien, et que l'accord varie dans des proportions inacceptables d'un étage à l'autre.

En général on notera que la capacité nécessaire pour l'accord va en diminuant

Digitized by Google

d'un étage à l'autre, encore qu'on ne puisse rien affirmer à l'avance.

La première idée qui se présente à l'esprit pour expliquer ce phénomène est d'en accuser les lampes. Changeons-en le type et il est certain que nos réglages s'en trouveront modifiés. Mais prenons d'autres échantillons d'un même modèle et d'une même fabrication et nous nous retrouverons sensiblement dans la première condition. D'autres raisons interviennent donc.

Nous pouvons aussi accuser l'interaction des circuits les uns sur les autres. Ce serait une évidente cause d'échec si l'appareil était trop serré sur lui-même. Mais au delà d'un certain écart entre les étages nous ne pourrons guère constater de modifications. Cette explication est donc elle aussi insuffisante.

A ces deux causes qui coexistent dans nos récepteurs vient s'en ajouter une troisième plus grave parce que plus difficile à combattre que les deux premières, c'est le fait que les circuits d'un amplificateur sont parcourus par des courants continus et alternatifs de tension, d'intensité et de fréquence variables, susceptibles d'en modifier d'un instant à l'autre les caractéristiques.

♣

On trouve une probante vérification de ce phénomène dans l'emploi de cet appareil de laboratoire qu'on appelle un hétérodyne de mesure. C'est une simple triode montée en oscillatrice (fig. 3). Pour éviter la cause d'erreur susceptible de provenir d'un couplage variable entre les selfs de grille et de plaque celles-ci sont réunies en un bobinage unique, à prise intermédiaire. Le condensateur d'accord se trouve donc placé entre grille et plaque, de la sorte le couplage par capacité auquel il contribue s'accroît quand la fréquence diminue et il en résulte une grande stabilité de fonctionnement sur toute la gamme d'accord d'un circuit donné, ainsi qu'en fait foi le milliampèremètre de grille ou de plaque. Par ailleurs sur un tel appareil on peut à tout instant vérifier les tensions de plaque et de filament. Eh bien, malgré toutes les précautions prises, on constate que les données d'un tel instrument ne sont pratiquement pas comparables à elles-mêmes.

Supposons que nous le prenions « à froid » et que nous le réglions sur une longueur d'onde donnée, au moyen de l'ondemètre, nous constaterons au bout d'une heure et moins que la fréquence des oscillations a varié dans de notables proportions. D'un jour à l'autre le décalage est encore plus accusé, naturellement. Et c'est cette instabilité de réglage qui interdit, fort malheureusement, l'emploi de l'hétérodyne comme ondemètre émetteur direct, à la place du vénérable buzzer. Tout ce que l'on peut faire c'est de s'en servir comme moyen de report conjointement et sous la dépendance d'un classique circuit d'absorption étalonné.

♣

Dans l'hétérodyne de mesure on ne peut accuser des variations de réglage ni la lampe puisqu'elle reste la même, ni l'interaction des circuits puisqu'ils sont un.

La cause unique et qui manifeste ici son importance réside dans les variations de tension des batteries et de fonctionnement de la lampe. Il est assez facile de contrôler l'état des batteries, quant à la lampe nous en sommes réduits à des suppositions.

Il est bien certain que son fonctionnement « à chaud » au bout d'une heure et plus de fonctionnement n'est pas le même que pendant les premières minutes.

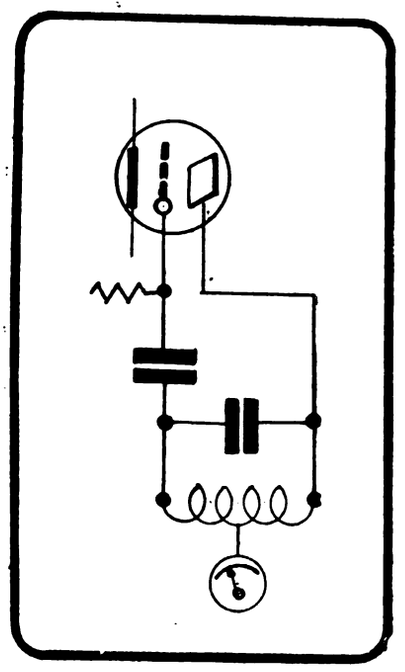


FIG. 3

La plaque, en particulier, voit sa température s'élever, ce qui peut, dans certaines conditions d'expérience, l'amener à se conduire comme une cathode. Sous l'effet de la chaleur la tension des gaz résiduels augmente; il faut y ajouter le dégagement des gaz occlus et la formation de vapeurs métalliques au détriment du filament. La couche métallique qui décore intérieurement les parois de nos tubes de réception a précisément pour but d'absorber ces dernières, mais cette absorption ne se produit pas aussi vite que leur formation, et elle empiète sur les heures de repos de la lampe, d'où les différences de fonctionnement d'un jour à l'autre.

Reste à savoir comment ces variations dans le fonctionnement interne des lampes peuvent influencer les réglages. C'est par l'intensité du courant de haute-fréquence parcourant les circuits.

Il est aisé de montrer que dans un circuit accordé, comportant un noyau de fer, la longueur d'onde du système décroît quand augmente l'intensité du courant continu ou alternatif parcourant les enroulements. L'expérience était particulièrement saisissante, avec les transformateurs M F du tropadyne, une des premières formes sous laquelle un changeur de fréquence pratique fut mis à la portée des amateurs. Les « tropaformers » comportaient un noyau de fer et un condensateur variable. Règle générale, la capacité nécessaire allait en croissant d'étage en étage, et cet effet était d'autant plus accusé que l'on opérait sur une émission plus forte, d'où la nécessité de ne régler l'ampli M F que sur des stations lointaines.

Cet effet accusé était dû à la présence du fer, mais il n'en existe pas moins dans les circuits qui en sont complètement dépourvus, bien que sous une forme moins sensible.

Si tous les étages recevaient une énergie égale, le mal n'apparaîtrait guère mais précisément, dans un amplificateur, par définition, chaque étage contrôle une quantité d'énergie multiple de l'étage précédent.

♣

A côté de ces phénomènes les différences de réglages provenant de la capacité interne des lampes ou du couplage des circuits sont plus facile à combattre moyennent certaines précautions.

Par exemple, dans le choix des lampes, on ne se basera pas sur les chiffres de capacité interne donnés par le constructeur. Ceux-ci ne correspondant en effet, qu'à la capacité entre grille et plaque, seule importante au point de vue de l'amplification. Dans le cas étudié, la capacité entre filament et grille, pour le secondaire d'un transformateur, ou plaque-filament et grille dans le cas d'une

Digitized by Google

self de plaque est tout aussi intéressante. L'effet de cette capacité présente aux bornes des circuits le même résultat que les petits condensateurs tracés en pointillé dans la figure 4 en paralèlle avec le C. V. d'accord.

Avec les lampes modernes, à oxydes, le filament est très long. Il présente donc une capacité plus grande avec la grille, surtout si celle-ci est à mailles reserrées, cas particulier des lampes à grande résistance, qui correspondent le plus souvent à des capacités grille-plaque assez réduite.

Les bigrilles employées comme oscillatrices ont aussi une capacité grille-interne-filament importante. Si l'on remplace une R 43 M par une A 411, comme oscillatrice sur un supradyne, on peut noter une différence de réglage de l'hétérodyne de 4 à 5 divisions vers le milieu de la course du condensateur, ce qui correspond pratiquement à une capacité de 0,000.002 microfarad, soit un décalage de quelque 10 kilocycles sur la réception des petites ondes.

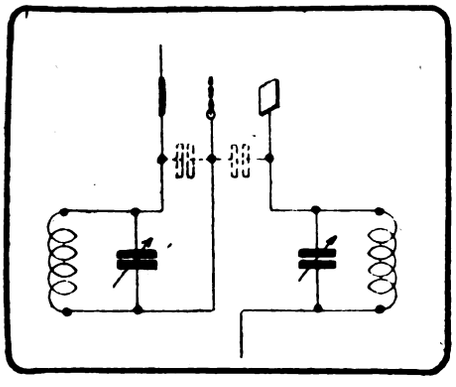


FIG. 4

Au contraire employées comme amplificatrices sur des circuits du genre isodyne, les bigrilles se comportent comme ayant une très faible capacité entre la grille externe et le filament. Si l'on ajoute le fait que le circuit d'anode (plaque et grille interne) se comporte comme un circuit push-pull dans lequel l'action magnétisante des courants se balance, on voit que la plupart des causes de désaccord envisagées plus haut disparaissent et l'on comprend comment M. Barthélemy a pu dans ces conditions établir industriellement un récepteur à 2 étages H F comportant trois condensateurs montés sur le même arbre (fig. 5).

Tout différents sont les résultats obtenus avec les tubes à grille écran. On sait que ces lampes revendiquent une capacité interne très faible entre grille et plaque, grâce précisément à la présence de l'écran. Mais cet écran, qui est relié à la masse, présente par construction une très grande capacité vis-à-vis de la grille et de la plaque, capacité qui vient s'ajou-

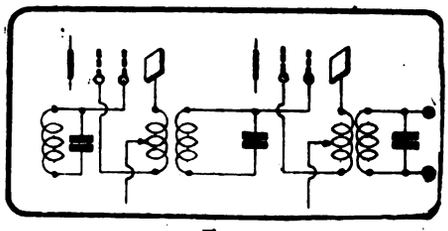


FIG. 5

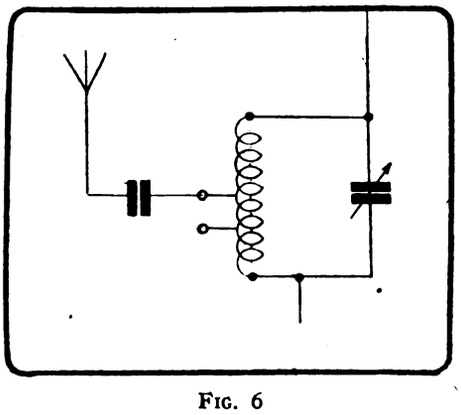


FIG. 6

ter à celle des condensateurs d'accord et de cadre, comme la figure 6 en donne l'idée. Il ne faut donc pas s'étonner si la substitution d'une B G P à une triode classique bouscule le réglage d'un ampli à haute fréquence. Avec certains échantillons nous avons trouvé des chiffres de 0,000.005 pour la plaque par rapport au seul écran et de 0,000.004 pour la grille vis-à-vis du filament et de l'écran réunis.

⁂

La question du couplage des circuits entre eux peut être résolue si l'on étudie logiquement le problème.

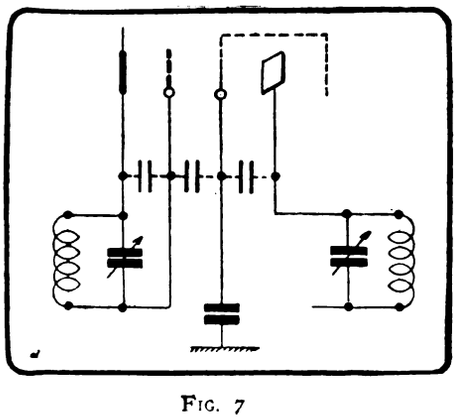


FIG. 7

Il faut à tout prix éviter le couplage des différents étages entre eux. Le blindage qui est revenu de mode donne une solution facile. Durera-t-elle ?

Si les divers transfos intervalves sont comparables entre eux, nous pourrons espérer d'assez bons résultats, mais il y a le circuit d'entrée dont le couplage avec l'antenne réserve certaines difficultés.

Un récepteur à réglage unique devant fonctionner avec des aériens très différents, on ne peut envisager l'accord en dérivation. Nous passerons sous silence un Tesla découplé avec primaire accordé. Le Bourne est séduisant pourvu qu'il soit très reserré avec un primaire à peu de quence ou d'amplis direct à 1 ou 2 H F.

Dans les changeurs de fréquence l'accord simultané du circuit d'entrée et de l'hétérodyne est impossible par définition puisqu'ils ne travaillent pas sur la même fréquence. Les constructeurs ont cependant tourné la difficulté en utilisant les heureuses propriétés des profils de lames *à variation rectiligne de fréquence* et ils spires. Pourquoi ne pas envisager un Oudin avec très peu de spires au primaire,

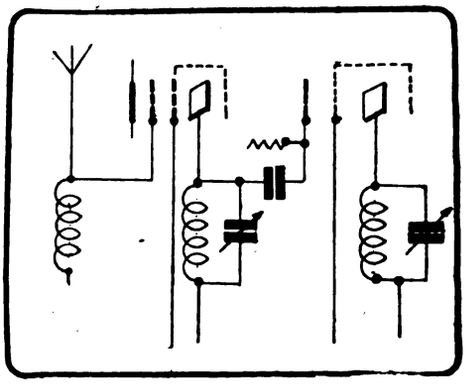


FIG. 8

au besoin queques prises et une petite capacité en série, réglée une fois pour toutes (fig. 7).

⁂

Ayant ainsi passé en revue les principaux obstacles qui s'opposent à la conception trop simpliste d'un réglage unique, il nous reste à chercher les moyens de les surmonter.

Le problème est évidemment différent selon qu'il s'agit de changeurs de fréont monté deux condensateurs de ce type avec un entraînement unique permettant cependant toutes variations d'écart nécessaire entre les deux index. Le décalage

Digitized by Google

voulu ayant été obtenu pour une station, on peut par la seule manœuvre de la commande commune parcourir une certaine bande d'accord. Ce résultat n'est pas toujours constant, surtout si l'on vient à changer l'oscillatrice. De plus la sélectivité de ces récepteurs a été volontairement amoindrie.

Dans la catégorie des amplis directs à deux étages H F, les solutions sont assez nombreuses. Les bigrilles montées en isodyne en fournissent un exemple élégant. Avec les triodes le problème se complique du fait des accrochages. Notons cependant que les neutrodynes ont passé de mode, tués sans doute par les grilles-écrans. Les Américains en sont revenus à une solution assez barbare, mise au point il y a beau temps en France, et qui consiste à amortir vigoureusement chaque étage par le moyen d'une résistance. Toute difficulté d'accord et de réglage se trouve naturellement vaincue mais à quel détriment de la sensibilité et de la sélectivité.

Quand on emploie des lampes à grille-écran on peut profiter de l'accord assez flou des circuits de grille et du blindage habituel pour remplacer le circuit d'entrée par une self semi-apériodique et monter les deux C. V. restants sur le même arbre (fig. 8). Ce schéma vaut la peine d'être essayé.

C'est peut-être dans le domaine des récepteurs à une seule H F que l'on rencontre proportionnellement le plus de difficulté mais que l'on obtient les meilleurs résultats. Il est certain qu'un récepteur de ce genre monté avec une bonne antenne et des circuits sélectifs, réglés par

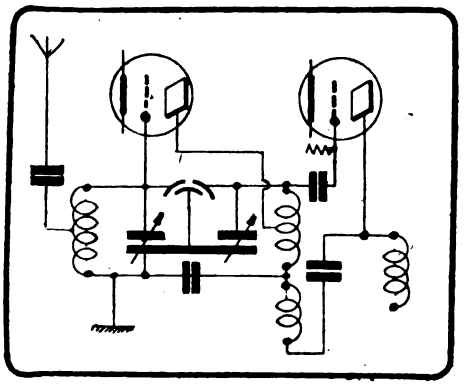


FIG. 9

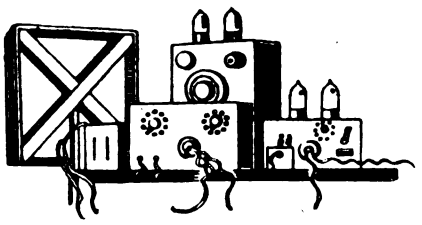
une unique commande peut procurer à son propriétaire, des joies toutes particulières.

Le schéma que nous avions adopté correspondait à la figure 9. Comme on le voit les selfs d'accord et de résonance comportaient une prise médiane. Une capacité réglable dosait le couplage avec l'antenne. Faute d'avoir à notre disposition un C. V. double, nous avions pris un vieil échantillon de condensateur compensé, mais les deux rotors étant réunis électriquement, il était indispensable de shunter la batterie haute tension par un condensateur de 2 microfarads pour éliminer sa résistance.

La réaction était assurée par un petit condensateur. Enfin un compensateur en parallèle avec les capacités d'accord, servait à corriger les décallages éventuels.

Grâce à sa grande simplicité de manœuvre, obtenue sans détriment des autres qualités, cet appareil nous donnait presque deux fois plus de stations que le même modèle avec des condensateurs séparés.

a Faillies



Digitized by Google

LE FROID

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

Souvent, nous nous prenons à pester contre le froid l'hiver, lorsque nous sommes gelés, au sortir de nos immeubles surchauffés. Il est bon se souvenir aussi de ce que le froid rend de très nombreux services.

Il est apparu à la rédaction que cette question ne saurait être reclue de cette question. Le lecteur trouvera donc dorénavant à cette place un exposé de ce qui a trait à cette réalisation.

Aujourd'hui, dans les colonnes ci-dessous, un historique du froid amène l'auteur à une conclusion de principe essentielle qui devra être conservée en exercice pour des articles suivants.

L'EMPLOI sans cesse étendu des basses températures, aussi bien pour la conservation des denrées que dans de nombreuses industries a mis à l'ordre du jour le problème de la production artificielle du froid.

Cette industrie a fait des progrès immenses depuis le jour où le *père du froid*, le français Charles Tellier, soumit en 1873, au contrôle d'une commission de l'Académie des Sciences, des expériences montrant la conservation de la viande par le froid sec au voisinage de 0°. C'est encore à Charles Tellier que revient l'honneur d'avoir le premier essayé l'exploitation industrielle de la réfrigération, à la conservation et au transport des denrées périssables. Notre compatriote arma en 1876 « le Frigorifique », navire de 700 tonneaux, et de 300 cheveaux. Il installa une chambre froide, convenablement isolée, dans laquelle une température favorable à la conservation était maintenue artificiellement constante par l'action de 3 machines frigorifiques de 20.000 frigories chacune. Il tenta entre Rouen et Buenos-Aires une expérience de transport de viande dont les résultats furent concluants. « Le Figorifique » revint en France avec sa chambre froide pleine de viande de bœuf et de mouton : 35.000 kilogrs. Le succès fut complet.

Malheureusement ces expériences furent sans lendemain. « Le Frigorifique » figure comme objet de curiosité à l'exposition de 1878 ; puis il fut vendu à une compagnie de transport qui ne l'utilisa pas au trafic spécial pour lequel il était fait. Et Tellier mourut sans avoir connu la gloire qu'aurait dû lui procurer sa découverte.

⁂

La situation est actuellement bien changé : les installations frigorifiques petites et grandes sont de jour en jour plus nombreuses. A quoi est dû un pareil revirement ?

Nous en trouvons une cause en observant ce qui s'est passé à l'étranger. Les Argentins ont compris l'importance des expériences du « Frigorifique ». Préoccupés de développer leur commerce d'exportation des viandes, ils ont compris tout de suite le parti avantageux qu'ils pouvaient tirer d'une découverte qui leur permettait d'étendre le champ de leurs acheteurs de viande; aussi l'industrie de la viande congelée et réfrigérée s'est développée rapidement dans la République Argentine. Les Etats-Unis bientôt ont suivi.

La France n'a pas éprouvée tout d'abord la nécessité de construire des frigorifiques. Trop peu abondamment pourvue pour songer à exporter de la viande, mais assez riche toutefois pour n'être pas tributaire de l'étranger, la France ne comprit pas tout d'abord les services quelle pouvait attendre de l'industrie naissante. Elle fut devancée dans la voie du progrès par de nombreux pays européens: l'Allemagne, la Suisse construisirent en vue de l'importation de nombreux frigorifiques.

La France toutefois ne resta pas fermée à l'industrie nouvelle. L'armée comprit le parti possible qui pouvait être tiré pendant une guerre d'usure de l'existence sur notre sol de frigorifiques permettant de se ravitailler en viande dans les pays étrangers. Elle fit construire dès les premières années du XXme siècle 4 frigorifiques importants qui devaient avoir leur utilisation seulement en temps de guerre.

Pour des raisons d'hygiène, les municipalités des villes importantes se mirent à construire des frigorifiques. L'importation de la viande étrangère n'était pas envisagée : la France produisait en quantité suffisante pour sa production une viande que sa qualité met au dessus de toute viande étrangère. Mais cet objet de luxe qu'est la viande française était beaucoup plus hautement conservée grâce à l'utilisation des frigorifiques d'abattoir, la construction de tels abattoirs s'étendit considérablement.

Puis la guerre vint : le commerce de la viande congelée prit une importance considérable. Le cheptel français s'épuisait : la viande française devint rare.

Les préventions qu'avait encore le public contre la viande congelée disparurent rapidement: l'éducation du peuple fut faite par les permissionnaires qui avaient apprécié à sa juste valeur le nouveau produit. L'industrie frigorifique connut la prospérité.

L'usage de l'emploi des frigorifiques s'étendit. L'outillage de la nouvelle industrie existant, les débouchés affluèrent. On se mit à conserver pour l'exportation les produits les plus divers de notre sol; nous pûmes aussi faire apprécier à l'étranger nos produits agricoles qui obtinrent sur le marché mondial l'accueil qu'ils méritaient. Nos volailles, nos fruits, nos fleurs furent exportés régulièrement. La consommation du poisson put être étendue à des rayons de la France qui ne pouvaient en consommer autrefois qu'à des conditions de température exceptionnelles. La Louise-Monne d'Avranches, la William Duchesse, la Reine de Mérode, la pomme de cœur, l'Ananas ramette, la Reine Emma, la Reine Claude, les cerises, les pêches de la vallée du

Digitized by Google

Rhône, furent hautement appréciées sur les tables les plus luxueuses. Et la modeste table du bourgeois français vit presque toute l'année. la grappe tentante du Chasselas.

Le froid industriel trouve actuellement les usages les plus divers. La plupart des produits ont une durée de conservation considérablement accrue par le froid. Des industries nombreuses utilisent comme auxiliaires, les propriétés du froid. L'industrie des matières grasses, l'industrie des huiles, la fabrication du vin, de la bière, ne peuvent obtenir des produits parfaits sans l'emploi du froid.

Beaucoup des plaisirs de la vie nous manqueraient si nous n'avions pas la glace artificielle. Et l'on construit maintenant des hôtels où l'on peut régler à volonté la température de son appartement. A-t-on trop chaud : l'ouverture d'une vanne vous distribue à volonté une fraîcheur vivifiante.

Ce qui caractérise l'industrie frigorifique à l'époque actuelle est la dispersion des installations où se produit le froid artificiel. Les constructeurs se sont ingéniés à offrir des appareils d'un modeste prix de revient qui permettent sans surveillance spéciale et sans grande dépense d'avoir à domicile dans chaque famille les avantages que procure cette industrie. Les dernières pages des journaux vous vantent les avantages qu'offre telle ou telle marque d'appareils frigorifiques pour l'usage d'une famille.

A quoi attribuer cette tendance actuelle de l'industrie frigorifique. Comment s'expliquer que chaque famille veuille avoir son garde manger comme elle a son aspirateur de poussières ?

Cette tendance est bien naturelle. Les nombreux avantages du froid s'offrent à qui les veut, quoi d'étonnant à ce qu'il y ait des amateurs. Ce qui est surprenant c'est au contraire qu'on ne les ait pas offerts plus tôt.

Cette industrie, dumoins sous la forme diverse qu'elle prend actuellement, est en étroite dépendance avec la distribution à un prix abordable, de la force motrice. La force motrice est à peu près la seule consommation que fasse la machine frigorifique. C'est par conséquent l'unique élément du prix de revient du froid industriel.

Il peut paraître paradoxal que pour produire du froid on doive consommer de la force motrice. Il serait beaucoup plus dans la logique que la production du froid s'accompagne d'une production équivalente de force motrice.

La suite des articles que l'on trouvera à cette place, éclairera mieux le lecteur sur cet aspect de la question.

NOS SERVICES

Le *QST* met à la disposition de ses lecteurs deux services:

1° *Un service de consultations techniques gratuites* qui répond aux questions des amateurs embarrassés par une réalisation ou le choix d'un montage ou d'un accessoire ;

2° *Un service de documentation* qui permet à tous nos lecteurs, qu'ils soient constructeurs, techniciens ou amateurs, de connaître et d'utiliser les travaux des savants français et étrangers qui ont contribué et contribuent au développement de la T. S. F.

Ce service, placé sous la direction de M. Barré, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur E. S. E., est en mesure de communiquer les documents se rapportant à toutes les branches de la radio et de l'électricité.

Les constructeurs y trouveront les renseignements nécessaires au perfectionnement incessant des appareils, les amateurs les données leur permettant de profiter de tous les résultats acquis pour une meilleure application des lois fondamentales de l'électricité et de la radio.

Afin d'accélérer la transmission des réponses, nous prions ceux de nos lecteurs qui s'adresseraient à nous d'inscrire sur leurs demandes la mention « Service de documentation ».

Pour bien préciser la différence entre les deux services que nous venons de présenter donnons un exemple de question posée au service de consultations techniques et un exemple de question posée au service de documentation:

« Peut-on monter une pentode en deuxième position BF ? » Voilà une question qui relève du service de consultations techniques.

« Donnez-moi la liste de tout ce qui a été publié sur la commande par quartz? Je désirerais avoir communication de tel chapitre de tel ouvrage de M. X... ». Voilà deux questions intéressant notre service de documentation.

Digitized by Google

NOS RÉALISATIONS

Projet d'Établissement d'un Redresseur de tension plaque

par R. LEPESQUEUR

Désirant s'orienter vers une autre conception des réalités, la rédaction du Q. S. T. commence aujourd'hui une série d'études que l'on trouvera toujours à cette place.

Considérant que l'antenne conduit avec un art consommé les premiers balbutiements, ceux-ci allant jusqu'à la pleine possession du chant, d'ailleurs, nous nous efforcerons plus ici de créer une méthode, un fil conducteur permettant à l'amateur éclairé qu'est notre lecteur, de faire un choix dans ce fatras que lui offre la construction moderne.

On va lire ci-dessous un essai dans ce sens, nous nous efforcerons de continuer en donnant, chaque fois, des abaques simplifiant considérablement les recherches.

Le nombre des amateurs désirant remplacer les piles ou accumulateurs de tension anodique de leurs récepteurs par des blocs redresseurs et filtreurs du courant alternatif va toujours croissant, et ny 5ono.'l natif va toujours croissant, et il n'y a là rien que de très normal, l'alimentation par le secteur nous délivrant des soucis constants que procurent les générateurs électro-chimiques dont l'entretien devient parfois fastidieux et le prix souvent prohibitif par suite du temps restreint de service qu'ils peuvent fournir. Il est certain que les watts de plus ou de moins bonne qualité qu'une batterie de piles sèches peut donner valent bien leur petit pesant d'or!..

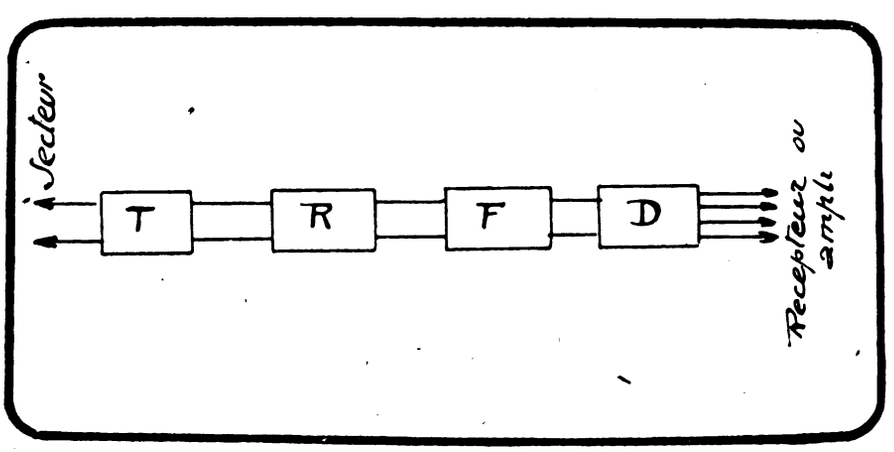


FIG. 1

Un autre facteur, et non des moindres, en faveur d'une tension B par le secteur, se trouve dans la tendance actuelle qui consiste à employer de fortes tensions, surtout en amplification B. F., afin d'obtenir puissance et vérité de reproduction. Une batterie de 120 volts, accus ou piles, est déjà importante, et peu transportable, pour disposer de 200 volts et devient nécessaire de disposer du même coup d'un emplacement spécial, enfin si l'on veut voir grand, 400 ou 500 volts, par exemple, les accus seuls peuvent prétendre à l'emploi, mais alors l'ensemble prend des allures de centrale électrique, car il ne faut guère songer au transport pour la recharge, d'où nécessité d'une installation de redresseur, commutateurs et tout ce qui s'ensuit...

Par contre les boites de tension anodique par le secteur ne demandent aucun entretien, sont propres et peu encombrantes, à condition toutefois de choisir le dispositif redresseur, comme nous le verrons plus loin.

Notre but aujourd'hui, n'est pas de vous donner la réalisation d'un ensemble qui ne répondrait qu'à un cas particulier, mais de vous procurer les moyens d'en établir un, correspondant à vos besoins.

Le problème à résoudre n'a rien de compliqué et consiste à obtenir un courant continu aussi constant que possible en partant du secteur alternatif d'éclairage. Tout le monde connaît les éléments nécessaires (fig. 1) : un transformateur T dont le rôle est double: élever la tension du secteur et isoler celui-ci des appareils venant ensuite; un dispositif de redressement R (soupapes, valves thermo-ioniques, redresseurs secs) ; un filtre F qui élimine les composantes alternatives du courant ondulé disponible à la sortie du redresseur; enfin, le cas échéant, un diviseur de tension D, indispensable avec les récepteurs modernes.

Ceci posé il reste à faire choix du dispositif redresseur; tous ont leurs qualités

Digitized by Google

et leurs défauts: les soupapes sont malpropres, encombrantes et demandent un entretien constant, quoique d'un prix de revient faible et d'un assez bon rendement; les redresseurs secs (métal-oxyde) sont certainement parfaits comme régularité de service, rendement, propreté, solidité, etc... mais ils coûtent fort cher et deviennent assez encombrants lorsque les tensions à redresser sont importantes; les tubes thermo-ioniques tiennent un juste milieu: peu encombrants, propres, rendement et durée acceptables, prix raisonnable, leur plus pros défaut est dans leur fragilité. Cependant c'est à eux que nous nous adresserons aujourd'hui, il en existe d'ailleurs pour tous les besoins sur le marché.

Afin de diminuer les difficultés de filtrage il est préférable de redresser les deux alternances du courant d'éclairage, cette solution peut être obtenue par l'emploi de deux tubes à deux électrodes, ou, ce qui est mieux, par un seul tube biplaque. Dans ce dernier cas le rendement est toujours légèrement supérieur, le montage se trouve simplifié et le prix de revient moindre.

Quelle que soit la tension continue désirée, le schéma classique que représente la figure 2 peut convenir, sauf pour quelques cas particuliers sur lesquels nous reviendrons plus loin. Nous retrouvons ici notre transformateur, notre redresseur proprement dit, notre filtre et notre diviseur de tension. Il ne s'agit que de déterminer les caractéristiques de chacun de ces organes pour mener la réalisation à bonne fin. Il va de soi que la première préoccupation que nous aurons sera de fixer les valeurs des diverses tensions utiles pour l'usage auquel est destiné l'ensemble.

A titre d'exemple prenons le cas d'un récepteur comportant une bigrille changeuse de fréquence, une lampe à écran en moyenne fréquence, une détectrice par caractéristique de plaque et une basse fréquence: ces lampes supposées être respectivement : Bg. = R-43 M, de la Radiotechnique, Ge. = A-442 de Philips, D. = DZ-1508 de Métal et BF. = PX-14 Gécovalve. Il nous faudra des tensions de: +B = 200 volts BF. = PX-4 Gécovalve. Il nous faude Ge) ; +B2 = 60 volts (grille écran) ; enfin +B3 = 40 volts (Bg). D'autre par nous aurons besoin de deux polarisations, 1° 30 volts pour la grille de la PX-4; 2° 8 volts pour la grille de la détectrice. (1) La tension totale disponible à la sortie du filtre, en charge, devra donc être de 230 volts, le débit total sera de 46 à 48 milliampères.

Nous sommes désormais en possession des données nécessaires à l'établissement du redresseur, chacun peut les déterminer avec la plus grande facilité pour son cas personnel, il suffit pour cela de se procurer les caractéristiques des lampes dont on se sert, et que les constructeurs mettent gracieusement à la disposition de qui veut bien les leur demander.

(1) Ces deux valeurs ne sont qu'approximatives mais peuvent servir de base au début, quitte à les modifier ensuite.

Il apparaît de suite qu'une self de filtre prévue pour 50 milliampères fera parfaitement l'affaire. Si nous admettons que cette self a une résistance ohmique de 300 ohms, la chute de tension qu'elle créera en service sera de 300 × 0,08 = 14,4 volts, soit, en chiffres ronds, 15 volts. Ceci revient à dire qu'à la sortie de la valve, aux bornes du condensateur d'entrée du filtre, un bon voltmètre à cadre mobile devra nous indiquer une tension de 230+15 = 245 volts. Le secondaire S_1 du transformateur sera établi pour cette tension, ou plus exactement pour donner deux fois cette tension puisque nous redressons les deux alternances avec notre valve biplaque. Nous ne tenons intentionnellement pas compte de la chute dans la valve, car si le transformateur est largement calculé comme c'est le cas de tout appareil sérieux, nous aurons toujours un excédent qui compensera la perte dans la valve; d'ailleurs 245 volts ne sont pas une valeur courante et en arrondissant à 250 volts nous aurons une garantie suffisante. D'autre part un rhéostat Rh, placé en série dans l'alimentation du primaire, permettra d'arriver au réglage exact.

Et maintenant, quelle valve allons-nous prendre? Un rapide coup d'œil sur les catalogues nous renseignera... ou nous embarrassera!... car il y en a plusieurs qui conviennent, telles que la U-9 (Gécovalve), la V-506 (Philips), la G-450 (Splendor) ou encore deux monoplaques V-530 (Fotos), etc... Toutes ces valves ne sont pas construites pour redresser exactement 48 millis sous 250

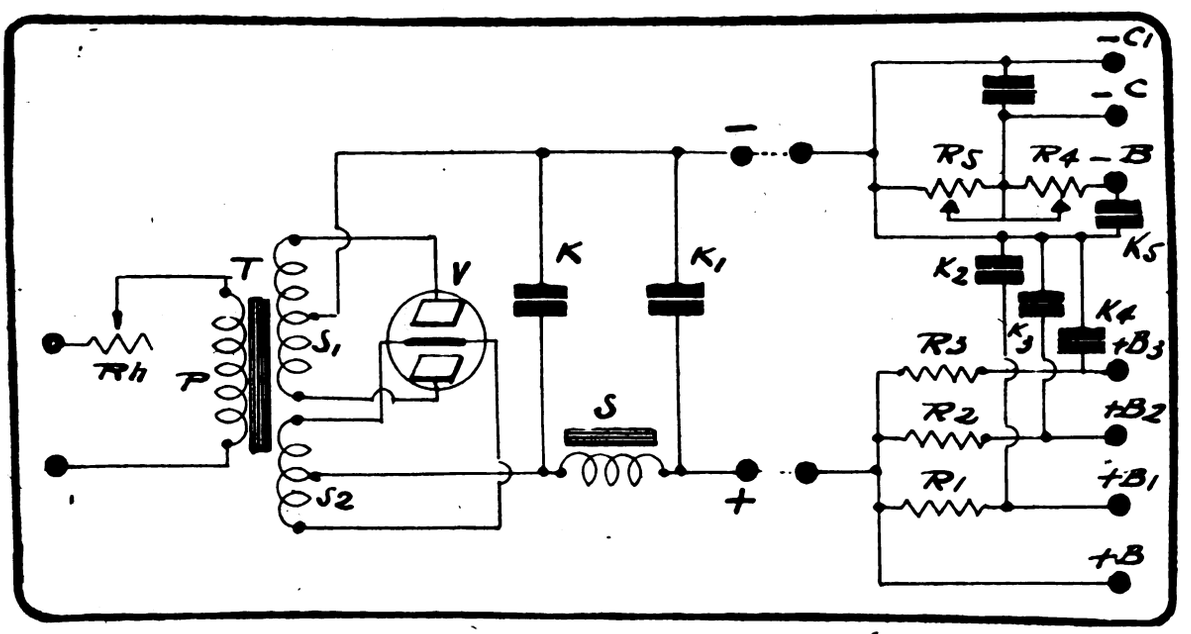


Fig. 2

Digitized by Google

volts, mais elles conviennent aussi bien les unes que les autres, pour ce choix il n'y a, comme pour le reste, qu'à compter largement. Ainsi la V-506 peut supporter 2 fois 300 volts et débiter 75 millis, croyez bien qu'elle ne se plaindra pas des 48 millis que nous lui demanderons. Si nous en faisons l'élue nous nous inquiéterons immédiatement des besoins de son filament: 1 ampère sous 4 volts, et aurons ainsi les caractéristiques du secondaire S 2 du transformateur. Ceci nous permet de calculer approximativement la consommation du primaire de celui-ci, et partant, de nous fixer les idées sur la valeur du rhéostat Rh.

Nous avons d'une part un secondaire qui débite 0,048 ampère sous 250 volts (et non pas 500 car les deux portions de l'enroulement travaillent chacune à leur tour), soit : $250 \times 0\,048 = 12$ watts et, en se basant sur un rendement de 55 % environ (valeur à peu près normale pour les petites puissances mises en jeu dans les transformateurs d'alimentation des récepteurs et même des amplis de puissance) nous pouvons compter sur une trentaine de watts demandés au secteur, soit, toujours en chiffres ronds: 0,3 ampère efficace. C'est l'intensité que doit supporter le rhéostat, une résistance de 100 ohms est très raisonnable pour le réglage qu'il doit procurer.

Revenons au filtre. Nous avons vu que la tension maximum aux bornes du condensateur d'entrée K serait de 245 volts, comme il est de bonne pratique de prendre un coefficient de sécurité de 3, K et K-1 seront des capacités essayées à 750 volts, quant à leurs valeurs, 4 Mfds pour K et 6 Mfds pour K-1 suffisent mais sont un minimum; la différence de prix étant assez faible nous mettrons 6 et 8 Mfds.

Enfin pour terminer, il nous faut calculer les éléments du diviseur de tension. Tous les condensateurs que contient celui-ci n'ont qu'un but: laisser passer les courants de haute fréquence ou de fréquences musicales; en tous cas bien plus élevées que celle du secteur et de faibles amplitudes; que les résistances arrêteraient, ce qui aurait pour résultat, de provoquer des blocages du récepteur; 2 Mfds constitueront une bonne valeur pour chacun d'eux. Les résistances seront calculées d'après les intensités devant les traverser, de façon à obtenir des chutes de tension convenables. Pour la détectrice et la plaque de la lampe à écran il nous faut 120 volts, les consommations de celle-ci et celle-là sont alors d'environ 4 et 1 milliampère, la résistance R-1 R-1 sera traversée par 5 millis qui devront amener une chute de 80 volts; la résistance cherchée sera donc de

$$80/0{,}005 = 16.000 \text{ ohms}$$

Même façon de procéder pour R.-4 et R-3.

Pour les polarisations il faut tenir compte: 1° que tout le courant débité par le redresseur passe dans les résistances R-4 et R-5; 2° que les tensions de polarisations sont comptées à partir du moins quatre. Puisque normalement le —HT est relié au +4 les chutes dans les résistances devront être de 4 volts supérieures aux polarisations nécessaires, soit ici: 34 et 12 volts; 3° que les résistances en question sont en série d'où il résulte que R-5 sera égale à la différence entre la résistance nécessaire à l'obtention d'une chute de 34 volts et la résistance R-4. Nous avons alors

$$\text{R-4} = 12/0{,}048 = 250 \text{ ohms}$$

$$\text{et R-5} = 34/0.048 = 708 - 250 = 458 \text{ ohms.}$$

Pratiquement il est préférable d'employer en R-4 et R-5 des résistances variables (de bons potentiomètres du commerce vont très bien, il en faudrait ici un de 400 et un de 500 ohms) car il s'agit d'obtenir un bon fonctionnement, ainsi que des polarisations bien déterminées, le potentiomètre R-4 donnera le moyen d'avoir la meilleure détection possible, quant à R-5 il permettra de régler l'intensité plaque de la lampe B. F. à la valeur indiquée par le constructeur pour la bonne conservation du filament de cette lampe tout en ayant un fonctionnement parfait.

Voici les principales directives qui doivent guider l'amateur pour l'établissement d'un redresseur de tension anodique, comme vous le voyez il n'y a rien de compliqué dans tout ceci, en résumé les opérations se font dans l'ordre suivant:

1° Etablir les tensions et les intensités dont on a besoin.

2° Choisir une self de filtre convenable.

3° Choisir la valve correspondante.

4° Déterminer ainsi les tensions et intensité des secondaires du transformateur, ainsi que la consommation du primaire.

5° Calculer les résistances du diviseur de tension.

Il y a cependant quelques points sur lesquels nous allons revenir. Dans la généralité des cas le secteur sur lequel sera branché le redresseur, fournit un courant à 42 ou 50 périodes mais il arrive aussi que l'on ait affaire à du 25 périodes. Le filtrage est alors un peu plus délicat et il faut prévoir la self et les capacités en conséquence. Il est à conseiller, dans ce cas, de se servir d'une self présentant un coefficient de self-induction de plus de 50 henrys, 130 à 180 henrys donneront un filtrage parfait pour des intensités ne dépassant pas 25 millis, 100 henrys pour les débits supérieurs. Les capacités seront avantageusement portées à 20 Mfds (8 à l'entrée, 12 à la sortie).

Pour les gros débits, dépassant 100 millis, il est difficile de trouver dans le commerce des selfs de plus de 40 ou 50 henrys, il est alors très recommandable de réaliser un filtre à deux cellules comme celui de la figure 3 en se servant de capacités de 6 Mfds pour K et K-1, et de 12 Mfds pour K-2.

Il est aussi évident que bien des secteurs ruraux sont d'une régularité tout à fait douteuse parfois même très mauvaise, ce qui oblige d'avoir recours à des systèmes auto-régulateurs pour conserver une tension à peu près constante à la sortie

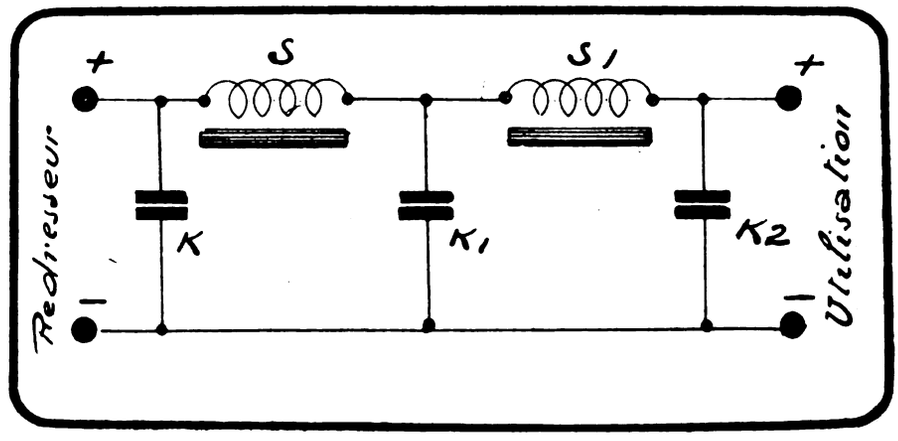


FIG. 3

Digitized by Google

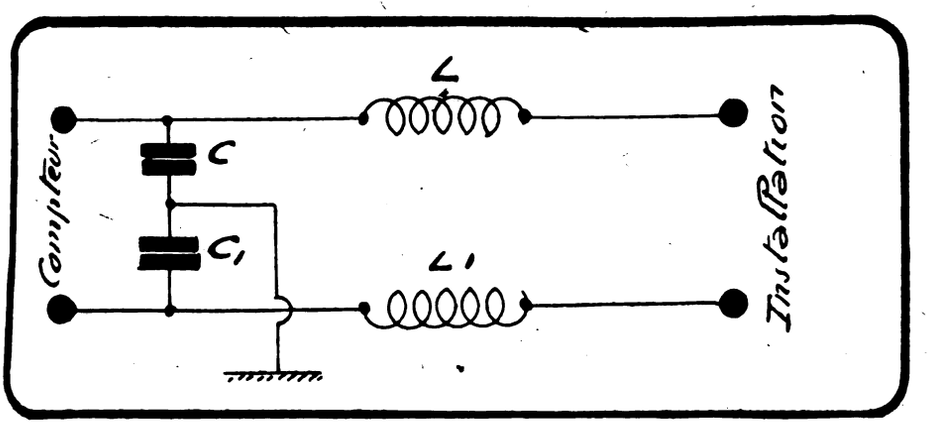


FIG. 4

du redresseur. Dans le cas d'une boîte de tension plaque, sujet qui nous occupe aujourd'hui, la meilleure solution est de remplacer le rhéostat Rh par une lampe régulatrice au fer-hydrogène, mais alors le primaire du transformateur doit être prévue pour une tension de 70 à 75 volts au lieu de 110 à cause de la chute de tension dans la lampe en question. La consommation se trouve de ce fait un peu augmentée, ainsi pour l'exemple dont nous nous sommes occupé tout à l'heure il ne faudra plus compter sur 0,3 ampère, mais sur 0,5 ampère; intensité que la lampe régulatrice devra maintenir constante lorsque le secteur passera de 95 à 120 volts (1).

(1) On trouve des lampes au fer-hydrogène pour régulation de 0,01 à 1,2 ampère par 1/10me d'ampère.

Enfin il y a un gros inconvénient inhérent à l'emploi d'une tension anodique par le secteur: les parasites sont notablement augmentés en nombre et en puissance, par suite d'un couplage important réalisé de ce fait entre le secteur et les circuits du récepteur. Fort heureusement nous avons un excellent moyen de les atténuer par l'interposition d'un filtre très simple dont le schéma de principe est représenté par la figure 4. Les condensateurs C et C-1 auront une capacité comprise entre 1 et 4 Mfds, plus les parasites gênants seront forts plus les capacités nécessaires seront importantes, on les déterminera facilement expérimentalement. Les selfs L et L-1 comprendront chacune une cinquantaine de spires enroulées sur un tube de carton de 5 ou 6 cm de diamètre. Un tel filtre placé immédiatement avant la boîte d'alimentation est déjà très efficace, mais le maximum de protection est obtenu en le plaçant à la sortie du compteur. Le diamètre du fil des selfs doit donc être suffisant pour laisser passer toute l'intensité demandée par l'installation sans qu'il n'y ait d'échauffement ni de chute de tension importants. Voici quelques valeurs:

Pour compteur de 5 ampères: fil de 12/10;

Pour 10 ampères: 18/10;

Pour 15 ampères : 22/10, ces fils sous deux couches d'émail.

En manière de conclusion nous pouvons dire que l'alimentation des anodes par le courant du secteur est l'idéal lorsque les appareils qui y concourent sont bien adaptés à leurs fonctions et lorsque l'ensemble du montage est bien compris, c'est en effet un véritable plaisir que de pouvoir écouter à volonté les divers radio-concerts sans jamais être ennuyé par les crachements venant d'une pile « à plat » ou de mauvais contacts dans les connexions, rongées par l'acide, des accumulateurs. il reste bien la possibilité de pannes du secteur; mais celles-ci sont peu nombreuses et deviendront de plus en plus rares, souhaitons-le.

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ÉTRANGÈRE

BELGIQUE

« RADIO-HOME » (Bruxelles). — Année VI, N° 115, 10 janvier 1930.

Le « Super 5 Radio-Home 1930 ». — Entre le cadre et l'antenne l'auteur n'ose se prononcer catégoriquement en raison des avantages et inconvénients respectifs des collecteurs d'ondes. Le cadre simplifie l'installation et les réglages, supprime les traversées de murs, les précautions d'isolement, permet d'améliorer la sélectivité en diminuant ou en supprimant une émission voisine en λ, etc. Les partisans de l'antenne peuvent opposer à ces avantages le montage rapide d'un fil intérieur, moins disgrâcieux que le cadre, plus efficace et n'exigeant aucune manœuvre en cours d'audition. Les parasites sont moins amplifiés par l'appareil qui, recevant une énergie plus grande, n'a pas besoin de présenter une très grande sensibilité ; enfin, sur un récepteur sans changement de fréquence comme la plupart de ceux employés avec antenne, chaque station n'est reçue que sur un seul réglage, ce qui n'est pas le cas avec un superhétérodyne. Un récepteur sur antenne peut avoir une sensibilité convenable avec peu d'étages et revient en tout cas moins cher qu'un superhétérodyne, à amplification égale.

« RADIO-HOME » (Bruxelles). — Année V, N° 112-113, 25 novembre et 10 décembre 1929.

Les redresseurs à l'oxyde de cuivre. — Par M. Demontvigner.

Sous ce titre l'auteur, ingénieur et chef de service technique de la Société Hewittic, donne des renseignements théoriques et pratiques sur la constitution et l'emploi des redresseurs secs à cuivre-oxyde. Article extrait de *L'Onde Electrique.*

Un perfectionnement du recepteur « Parfait ». — (Voir les numéros antérieurs du « Q S T » pour la description de ce circuit.)

Les modifications proposées ont pour but de diminuer les possibilités d'accrochage spontanés (lampes de caractéristiques différentes) et de faciliter la commande de la réaction (suppression des crachements dus à l'emploi de potentiomètres défectueux). La première consiste à intercaler un condensateur fixe de 0.1/1000 dans la grille de la lampe H. F. et de prévoir une résistance de 5 Ω entre cette même grille et le — 4 : la capacité interne du tube se trouvant alors montée en série avec cette petite capacité extérieure, est diminuée et les possibilités d'accrochage spontané pratiquement supprimées.

La deuxième modification a pour but de ne pas faire passer de courant continu dans le potentiomètre disposé en parallèle sur la self de réaction ; pour cela, il suffit d'employer un condensateur fixe de 2/1000 et une résistance fixe également de 20.000 ohms. Les courants de haute fréquence traversent le circuit de réaction en raison de sa résistance plus faible et le réglage reste possible de la même façon.

L'alimentation du récepteur « Parfait » sur secteur continu.

Il est donné deux montages, selon que le secteur dont dispose l'usager est de 110 ou 220 volts, du reste, tous deux identiques et n'etant différencies l'un de l'autre que par la valeur de la ou les résistances permettant d'obtenir une ou deux tensions intermediaires.

Le schema, tout à fait classique, comprend un filtre de tension plaque « 13 » (en double π) par deux selfs de 40 henrys 25 milliamperes, resistance 700 ohms et cinq condensateurs de 4 M. F. placés aux bornes d'un circuit de charge « A » (lampe résistance) pour la batterie de filament (4 A. H.), ce dernier circuit comportant en serie une self à fer de 0.5 henry minimum, de faible résistance.

* * *

ESPAGNE

« RADIO TECNICA » (Madrid). — Année V, N° 6, janvier 1930.

Le pick up et ses différents emplois, par A. Riu.

Court parallèle entre les P. U. magnétiques et statiques. Dans les seconds, la lame solidaire de l'aiguille et recevant les impulsions vibratoires comuniquées par le disque, représente le diélectrique d'un condensateur de forme circulaire d'environ 5 cm. de diamètre. Ce type de reproducteurs est très léger.

L'auteur émet l'espoir de voir réaliser un type mixte présentant les avantages respectifs du magnétique et du statique et reproduisant également toutes les fréquences. Il termine par quelques notes sur les circuits amplificateurs à utiliser.

Récepteur amplificateur phonographique. — Article rédactionnel pour l'emploi d'accessoires : haut-parleur et sources de courant Philips. Récepteur radiophonique fonctionnant sur antenne et comprenant deux étages H. F., liaison par transformateur secondaire accordé, une détectrice, et une seule B. F. Lampes chauffées indirectement E. 415 et E 409. Un amplificateur P. U. de 10 watts est placé à la sortie du récepteur et deux inverseurs combinés permettent de passer à volonté de T. S. F. à P. U. L'installation phonographique comprend un moteur électrique et un interrupteur. Le reproducteur utilisé est constitué par quatre H. P. du type électromagnétique branchés en parallèle

La tension de plaque du récepteur est fournie par un « eliminator » 3.003 et est montée dans un même meuble d'une façon assez heureuse.

RADIO REVISTA. (Buenos-Ayres). — Novembre 1929.

Réalisation d'un circuit « Racien » de grande puissance à 9 lampes. — Par Jorge A. Duclout.

Récepteur d'une réalisation très délicate pour l'amateur, comprenant trois étages H. F. à transformateurs secondaires accordés (condensateur à trois rotors circuit d'accord apériodique), détection par la caractéristique plaque, une B. F. à transformateur et deux B. F. par auto-transformateurs. Alimentation des lampes H. F. et détectrice par alternatif redressé et filtré (redresseur à l'oxyde de cuivre Kuprox) et des B F. par l'alternatif brut. Redressement de la tension de plaque par valves UX. 281 fournissant 600 volts. Excitation du dynamique assurée par Kuprox. Combinateur pour passer de « T. S. F. » à « amplificateur P. U, »,

Le détecteur de puissance. — Exposé des différents dispositifs détecteurs, par condensateur shunté (grille) et batterie auxiliaire (plaque)

Un bon montage pour ondes courtes. — Réalisation d'une détectrice Schnell de faible encombrement.

Filtres de filaments. — par D. C. Wallace

L'auteur appelle l'attention des amateurs émetteurs sur l'importance du retour de grille ou du « filtre de filament » pour éliminer le ronflement d'une émission effectuée à l'aide du courant alternatif. Le retour de grille doit se faire au point médian de l'enroulement secondaire du transformateur « A », chaque demi-secondaire étant shunté par une capacité de l'ordre du M. F. Ce point médian peut avantageusement être relié à la terre par l'intermédiaire d'une self de choc H. F.

De Cuba... — Par Aub. Giro.

Description de la nouvelle station Cubaine de Radiodiffusion (CMK), réalisée sous les indications de Sr Em. Crucet, directeur général.

Microphones à double pastille indépendantes. Circuit modulateur de 250 watts système Helsyn. Circuit amplificateur haute fréquence de 2.000 watts d'énergie radiée donnant 12 ampères antenne et permettant une portée de 2.000 kms. Antenne en L renversée de I. M. F. de capacité, résistance inférieure à 8 ohms Longueur d'onde : 411 mètres (730 K. C.).

R. C. A. RADIO PUBLICACION. — Buesnos-Ayres, Vol. VI. N° 1. Novembre 1929.

La sixième série de l'organe officiel du « Radio Club Argentin » se présente avec une amélioration notable de la présentation du journal et une nouvelle disposition des rubriques. Comportant un nombre de pages plus important, « R. C. A. » est désormais divisé en deux parties distinctes, l'une réservée à l'émission et à la réception des ondes courtes, l'autre à la réception B. C. L.

L'ondemètre de l'amateur moderne. — Par Sandalio Sosa (LU. BG4).

L'auteur commence par cet article d'intérêt réel une collaboration régulière sous la rubrique « Ondes courtes ». Après avoir rappelé l'exiguïté des bandes actuellement réservées aux amateurs (25 m. sur les 175. 10 sur les 85 1,8 sur les 42, 0.60 sur les 21 et 0.30 sur les 10), il fait observer l'inefficacité absolue des circuits utilisant une ampoule de lampe de poche pour déceler la résonance; en raison de la résistance du filament et de la capacité par rapport à la self, la courbe de résonance est fortement aplatie ; il est très rare, avec un circuit de ce genre, d'obtenir une précision inférieure à 50 cm. sur une bande de 60 cm. seulement.

Digitized by Google

L'ondemètre décrit, copie d'un appareil du commerce en vente aux U. S. A., a une précision de 5 centimètres sur les 20 mètres (donc dix fois plus grande). Il est constitué par un circuit oscillant formé d'une self à faibles pertes et de deux condensateurs variables disposés en parallèle, l'un de 0.00005 l'autre de 0,000025 (Pilot). En parallèle également sur la self, sont disposés un tube au néon et une résistance fixe de 500.000 ohms tous deux en série.

La capacité utilisée pour l'accord de l'inductance est donc extrêmement réduite; elle atteint 0 000075 M. F. lorsque les deux condensateurs sont au maximum soit (soit 1/7e de la capacité habituellement utilisée sur les ondemètres). Ce détail est à retenir, car il permet d'améliorer l'acuité de l'accord dans de très grandes proportions, comme le montre un graphique particulièrement éloquent.

Les deux condensateurs en parallèle ont chacun une fonction distincte : nous désignerons par C_1 celui de 0.00005 M. F. et par C_2 celui de 0,000025. C_2, muni d'un système démultiplicateur, est employé uniquement pour la mesure; C_1 est manœuvré une fois pour toutes avant celle-ci et placé dans une position déterminée suivant chaque bobine. En effet, dans les ondemètres montés avec un seul condensateur, si celui-ci est du type « capacité droite », seules les 60 dernières divisions du cadran sont utilisables, car la courbe sur les 40 premières est tellement verticale qu'à quelques degrés du condensateur équivaut une forte variation de l'onde. L'utilisation du deuxième condensateur permet d'obtenir des courbes pratiquement droites sur toute la rotation du cadran. De plus, avec un condensateur de très faible capacité, il est assez délicat de déterminer des selfs pour lesquelles la gamme intéressente se trouve juste au milieu de la rotation du cadran ; C_1 a donc pour objet de placer la bande exactement sur la gamme de C_2 désirée. C_1 évite en outre une sélectivité exagérée qui serait obtenue sur les premiers degrés de C_2. Enfin, C_1 stabilise le circuit et évite les effets de capacité dus au corps de l'opérateur.

La résistance de 500.000 ohms en série avec le tube au néon rend les différentes mesures plus égales à elles-mêmes, le néon présentant une plus grande résistance à chaud. L'ampoule indicatrice employée est un modèle de la Standart Electric, prévu pour la protection des lignes téléphoniques. Les selfs sont réalisées sur des culots de lampes, quatre sont nécessaires pour les bandes 10, 20, 40 et 80 mètres, réalisées en fil 4/10 deux couches coton.

Les nombres de spires sont les suivants: Gamme 5 mètres = 1/2 sp. 20/10 dans l'air 11 cm. de long).

Gamme	10	mètres	= 3	spires.
—	20	—	= 8	—
—	40	—	= 18	—
—	80	—	= 31	—

Pratiquement, ces nombres sont diminués de la fraction de spire existant entre les deux broches du culot, broches servant à la connexion et à l'interchangeabilité. Les spires sont fixés par une couche de vernis à la gomme laque. Le montage doit être effectué de façon extrêmement robuste et le cablage prévu en fil de grosse section.

Un émetteur radiotéléphonique pour débutant. — Par R. Wur. Tanner (W8 CMU)

Circuit Master oscillator, modulation sur la grille de l'amplificatrice. Lampe « pilote » montée en Hartley, alimentation parallèle. On ne devra ni faire travailler ce circuit au delà des limites permises par la lampe, ni lui emprunter une trop grande énergie pour éviter l'instabilité. Le circuit oscillant comprendra une capacité assez élevée et une self de peu de spires. Pour la bande des 80 mètres, cette self aura 8 spires (diamètre 75 mm. fil N° 12 émaillé) écartées, montées dans l'air et maintenues par des bandes de celluloïd fixées au collodion. La prise filament sera médiane. Le condensateur d'accord monté en grille et plaque a une capacité de 0.001 M. F. Le condensateur shunté de grille est un 0.0005 M. F. et la résistance 10.000 ohms. La capacité d'arrêt est de 0,001. La self de choc comprend 300 tours de fil sous coton, bobinés sur un cylindre de 25 mm. de diamètre. Les 100 premières spires sont enroulées légèrement espacées, les 100 suivantes jointives et les 100 dernières en vrac l'une sur l'autre. Ce choc est efficace jusqu'à 20 mètres.

La grille de l'amplificatrice est reliée à la self G.-P. du circuit Master et la position de cette prise est à peu près indifférente. La self de plaque (pour les 3.500 K.C.: 85 mètres) comprend 11 spires de 75 mm. de diamètre et est de construction identique à celle de la self grille-plaque de l'oscillatrice, elle est accordée par un condensateur de 0.00025. Pour les 1875 K. C. (160 mètres) elle aura 20 spires. La self de choc haute fréquence, identique à celle employée pour l'oscillateur en série dans la connexion + H T. doit être assez éloignée de celle de plaque.

Un milliampèremètre de 0 à 50, monté sur fiche, permet de contrôler les débits respectifs des deux lampes : sur le jack de l'amplificatrice est disposée en parallèle une résistance fixe diminuant de moitié la sensibilité de l'instrument.

L'auteur termine par la description du circuit amplificateur à deux étages basse fréquence par transformateur. Les filaments de l'oscillatrice et de la première lampe de l'amplificateur modulation sont alimentées par une batterie d'accumulateurs de 6 volts l'amplificatrice et la deuxième basse fréquence en alternatif non redressé avec retour des filaments au point central de résistances.

Accessoires nouveaux. — Dans cette rubrique, l'auteur donne un bref compte rendu illustré des nouveaux organes parus sur le marché.

Nouvelle lampe à cornes d'émission Philips TC. 03/5—5 watts. Filament à chauffage indirect 4 volts, 0.27 amp. Plaque 150 à 300. Tube spécial pour l'émission sur ondes très courtes.

Lampe Radiotron RCA. 221. — Tube détecteur filament 5.5 à 6 volts, 0.056 à 0.06 amp. Pouvant cependant fonctionner sous 4 volts. Tension plaque en détectrice 45 volts en amplificatéice HF ou première B. F. ; 90 volts. Dans ces deux cas, la grille doit être polarisée à 4.5 volts. En amplificatrice deuxième B. F., la tension est de 150 volts maximum avec tension de polarisation 10.5 volts.

RADIO TECNICA. Madrid-Barcelone. — Année IV; N° 5. 1er décembre 1929.

La couche d'Heaviside et l'éclipse de soleil. — Par Ad. Martiez EAR 72.

A la suite des travaux et remarques dus à Kenelly, Heaviside, Appleton, Lorenz, Eccles. Larmor, Elias et autres, on admet à l'heure actuelle l'hypothèse de l'heaviside située à une centaine de kilomètres de la surface terrestre, en réalité formée par deux couches distinctes, l'une dite « nocturne », l'autre « diurne » (la plus rapprochée du sol). Les rayons solaires frappant cette dernière (particulièrement les ultraviolets) sont le siège d'une émission électronique qui, rencontrant les différentes couches d'air, les ionisent et les rendent plus ou moins conductrices au point de vue électrique. Durant la nuit, ces couches d'air cessent de présenter cette propriété, alors conservée plus ou moins durant un temps variable par la couche immédiatement supérieure (nocturne).

L'effet est donc identique à celui que produirait une seule couche d'altitude variable, plus élevée la nuit que le jour.

L'auteur poursuit en exposant les phénomènes de réflexion qui se produisent lorsqu'une onde électromagnétique émanée d'un point quelconque du sol vient frapper cette couche d'Heaviside.

Un superhétérodyne électrifié. — Par J. Jüza.

Le circuit donné comprend quatre lampes : une bigrille modulatrice E. 441 sous 120 volts, une moyenne fréquence à écran E. 442 (150 volts, écran : 100 volts), une détectrice E. 424 (100 volts) (toutes trois à cathode indirecte), et une basse fréquence B. 443 à chauffage direct (sous 150 volts). Le filtre et le transformateur moyenne fréquence sont constitués par deux selfs de 750 spires couplées, accordées chacune par une capacité fixe de 0.2/1000. Réception sur antenne. Chauffage total assuré par un seul transformateur 4 volts à prise médiane.

La E. 441 bigrille oscillatrice exige une tension plaque déterminée : le retour de grille est polarisé à —4,5 volts (important pour la netteté de l'audition). La grille de la M. F. E. 442 est polarisée à — 0.5 volts au moyen d'un potentiomètre de 400 ohms shunté par 2 M F., disposé en parallèle sur une résistance de 40 à 50 ohms placée en série dans la tention « — B » Ce potentiomètre, utilisé en « volum control » commandant l'arrrochage, doit être placé sur le panneau avant.

La détectrice est une E. 424 ayant une pente de 3 M A/V, coefficient d'amplification de 24 et résistance interne 6.900 ohms travaillant sous 100 à 150 volts à la plaque. La B. F. est une B. 443 (ou C. 443) sous 120 volts minimum plaque (ou mieux 150) et —15 volts à la grille.

L'appareil absorbe 20 à 25 M. A. à la tension « B » (accumulateurs ou « oméninators » 3002 ou 3003). Le chauffage est fourni par un 4009. Transformateurs, lampes et sources de courant Philips (article rédactionnel).

RADIO TARRASA (Tarrasa). — Année I. N° 1; novembre 1929.

Premier numéro d'une nouvelle et intéressante publication de la région Catalane. Bulletin officiel du Radio Club Tarrasa.

La tension négative de grille. — Par L. Jackle.

L'auteur, par quelques exemples, montre l'importance de la tension de polarisation sur le débit du courant-plaque et, d'une manière indirecte, sur la durée des piles sèches si ces dernières assurent l'alimentation « B ». En outre, une reproduction déformée est souvent due à une polarisation insuffisante ou à une pile « C » complètement déchargée. Une simple pile pour lampe de poche de 4,5 volts ne constitue pas souvent une source de courant suffisante pour la polarisation des tubes B. F. et on aura tout avantage à se munir d'une batterie sèche d'un voltage supérieur.

Digitized by Google

LES BREVETS

par Ch. FABER, Ingénieur Radio E. C. P.

Nous publions ci-dessous les caractéristiques essentielles des principaux brevets français et étrangers. Pour pouvoir en donner le plus grand nombre, nous sommes obligés d'en condenser la description et les dessins. Aux lecteurs qui désireraient des renseignements complets, nous pouvons fournir la copie entière des brevets qui les intéresseraient plus particulièrement.

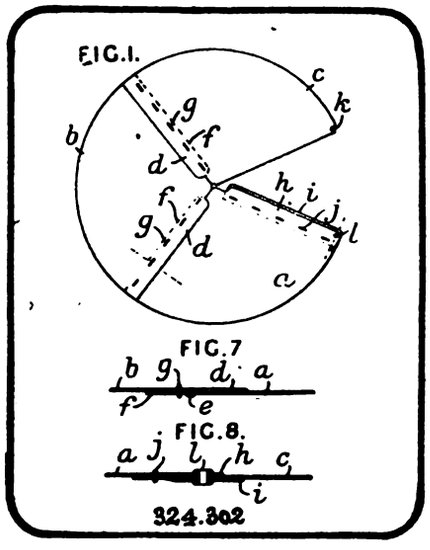
S'adresser au « Service des Brevets de « Radioélectricité et Q S T Réunis » qui fournit gratuitement tous renseignements sur les questions de brevets, marques ou modèles.

BREVETS ANGLAIS

Brevet N° 324.302. — CASSIN P.

MEMBRANE POUR INSTRUMENT ACOUSTIQUE.

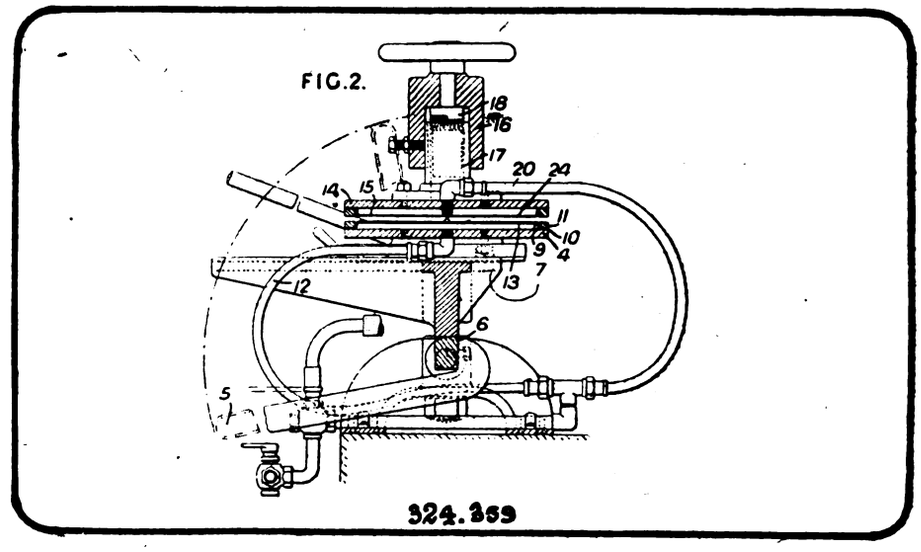
Un diaphragme conique pliant pour phonographe et haut-parleurs comprend un certain nombre de secteurs a. b. c. en matière rigide, se repliant sur eux-mêmes autour d'une articulation appropriée qui les empêche de se replier, dans une direction, au delà de leur plan commun. La figure 1 montre en plan les secteurs disposés à plat, les joints étant formés comme l'indique la fig. 7 en prolongeant le bord d d'une des ailes de la charnière au delà de la ligne e de



pliage. La partie d est recoupée comme l'indique la fig. afin d'éviter une surépaisseur au sommet du cone.

La charnière est constituée par une couture à points arrières ou un fil métallique rivé comme en g en ménageant une partie étroite du secteur f contre son suivant ; une rainure e facilite le pliage. Les bords libres des secteurs a et c sont reliés comme le montrent les figures 1 et 8 en insérant le bord du secteur c entre l'extension h du secteur a et une bande i cousue ou rivée en j, le bord externe du secteur c présentant un cran k dans lequel s'engage un œillet l traversant les bords externes de l'extension h et de la bande i.

Pour opérer : le plateau 4 est tiré horizontalement et chargé des matrices et et de la matière du disque, puis replacé



Brevet N° 324.359. — GRAIG J.-R.

PRESSE A MOULER LES DISQUES DE PHONOGRAPHE.

Les plateaux de cette presse sont équipés d'un diaphragme à fluide sous pression et peuvent se déplacer ; horizontalement pour le chargement et le déchargement. Le plateau inférieur 4 est équipé avec un diaphragme plat 9 retenu par le rebord 10 et la couronne 11 et est mobile verticalement au moyen d'une came 6 manœuvrée par le levier 5; le plateau 4 peut glisser horizontalement dans des guides 7. Le plateau supérieur équipé d'un diaphragme 15, est maintenu à hauteur réglable par l'écrou 17 d'une vis 18 dans un manchon fixe 16. Les chambres des diaphragmes 13 et 24 sont respectivement réunies à des tubes 12 et 20 servant à l'admission et à l'échappement d'un fluide sous pression chaud ou froid, distribué par des robinets appropriés. Pour les disques de base cellulose, les matrices et la matière du disque sont chauffées avant leur introduction sous la presse. Pour les résines artificielles le chauffage est effectué sous la presse.

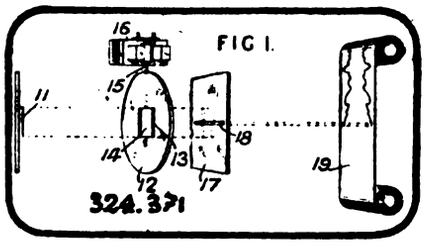
sous le plateau supérieur. On manœuvre la came 6 pour lever le plateau inférieur et appliquer une pression préliminaire; après quoi, la pression hydraulique est appliquée au moyen d'une petite pompe, et on effectue une circulation d'eau froide.

Brevet N° 324.371. — SEARLE G. R.

ENREGISTREUR DE SONS.

APPAREIL OPTIQUE. — L'appareil pour l'enregistrement photographique des sons comprend un écran ayant la forme d'une palette mince 14 interposée sur le chemin d'un rayon lumineux dirigé vers un film 19 de façon à produire une surface d'enregistrement ombrée limitée par deux lignes identiques et symétriquement disposées quand la palette oscille symétriquement autour d'un axe situé dans son plan, perpendiculaire à la direction du rayon lumineux et parallèle au plan de déplacement du film. La palette 14 est montée sur un axe 15 de façon à pouvoir tourner dans une ouverture 13 de l'écran 12 sous l'influence d'un système électromagnétique 16. Une source

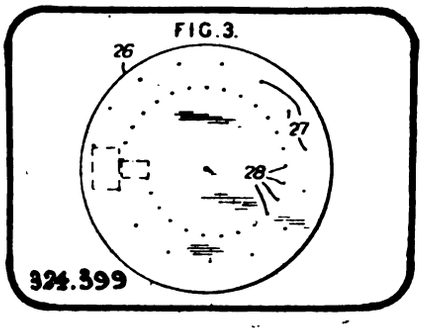
Digitized by Google



lumineuse est placée en 11 et l'écran 17 présente une fente transversale 18 et est interposé entre l'écran 12 et le film 19. Si l'on le désire, la palette 14 peut avoir un caractère isolé et être entrainée par un conducteur électrique convenablement disposé entre les pôles d'un électro-aimant.

Brevet N° 324.399. — BAIRD J. L. and TELEVISION Ltd. — TELEVISION.

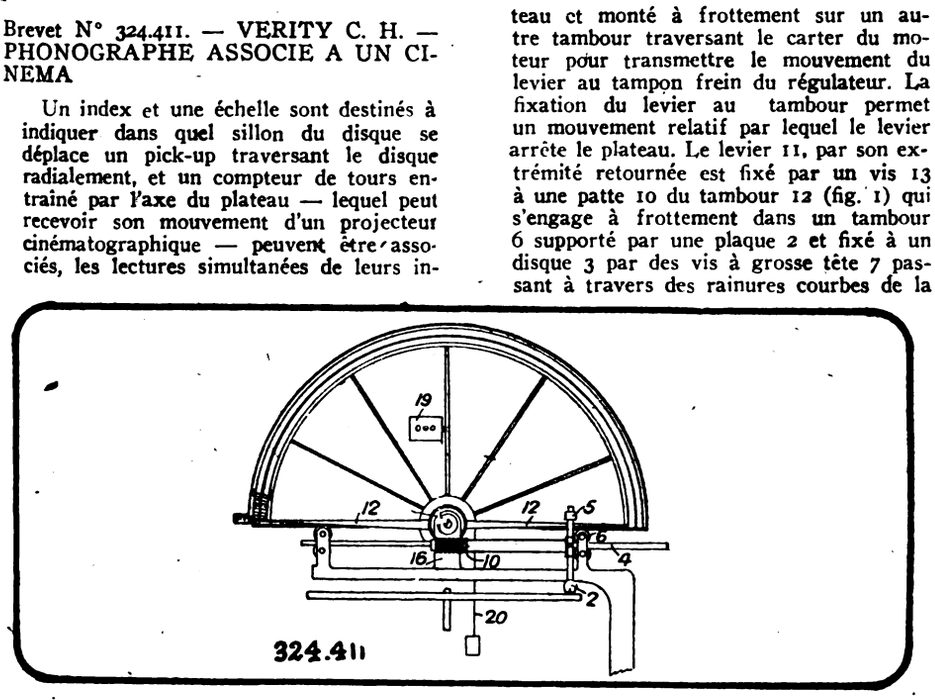
Un récepteur de télévision pour la réception et la sélection simultanément de plusieurs stations émettrices comprend



un mécanisme explorateur 26 ayant plusieurs rangées : 27, 28 d'ouvertures ou de lentilles disposées suivant des spirales. Ces rangées peuvent toutes être disposées sur le même disque explorateur ou chacun sur un disque différent, ces derniers étant tous montés sur l'arbre d'un moteur commun. Comme le montre la figure, les différents rangs sont de forme et de disposition différentes afin de faciliter la réception des stations transmettrices employant un schéma d'exploration différent.

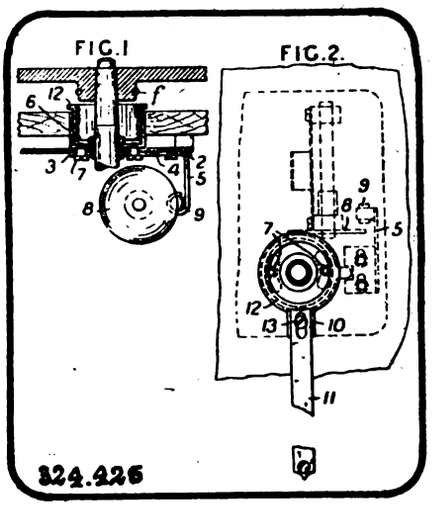
Brevet N° 324.411. — VERITY C. H. — PHONOGRAPHE ASSOCIE A UN CINEMA

Un index et une échelle sont destinés à indiquer dans quel sillon du disque se déplace un pick-up traversant le disque radialement, et un compteur de tours entrainé par l'axe du plateau — lequel peut recevoir son mouvement d'un projecteur cinématographique — peuvent être associés, les lectures simultanées de leurs indications renseignant sur le synchronisme des appareils. Le pick-up 2 équilibré par le contrepoids 5 est monté sur le chemin 4 guidé par les galets 6 et traverse le disque diamétralement. Une crémaillère 10 fait tourner l'aiguille à double pointe 12 par l'intermédiaire du pignon 16, devant une double échelle demi-circulaire dont les graduations représentent la position du pick-up sur le disque. L'échelle extérieure indique la position du pick-up jusqu'au milieu du disque; l'échelle intérieure indique la position depuis le milieu du disque jusqu'à la fin de l'enregistrement. Un contrepoids 20 facilite le mouvement du pignon 16. Si le zéro du compteur de tours correspond au départ au zéro de l'échelle on pourra facilement se rendre compte en cours de reproduction de la position synchronique des appareils. Un signal audible ou visible pourra avertir du défaut de synchronisme, par exemple si l'aiguille a sauté un sillon du disque.



Brevet N° 324425. — STEINDINGER C. et STEINDINGER GES. GEB. — PHONOGRAPHE, REGULATEUR DE VITESSE. ARRET.

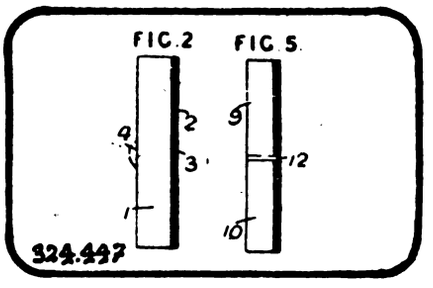
Le levier du régulateur de vitesse est fixé à un tambour entourant l'axe du pla-



teau et monté à frottement sur un autre tambour traversant le carter du moteur pour transmettre le mouvement du levier au tampon frein du régulateur. La fixation du levier au tambour permet un mouvement relatif par lequel le levier arrête le plateau. Le levier 11, par son extrémité retournée est fixé par un vis 13 à une patte 10 du tambour 12 (fig. 1) qui s'engage à frottement dans un tambour 6 supporté par une plaque 2 et fixé à un disque 3 par des vis à grosse tête 7 passant à travers des rainures courbes de la plaque 2. Un mouvement du disque 3 engage un doigt 4 dans la chape 5 supportée par des guides et poussant le tampon frein 9 sur le disque du régulateur 8, lequel tampon peut ainsi être réglé par un mouvement du levier. Le plateau peut être arrêté par un glissement du levier 11 intérieurement sur la patte 10 de telle sorte que son extrémité retournée manœuvre un collier f entourant le bossage du plateau.

Brevet N° 324447. — PEREIRA F. A. and BRITISCH TALKING PICTURES Ltd ENREGISTREMENT OPTIQUE DES SONS ET APPAREIL REPRODUCTEUR.

Une fente lumineuse pour enregistreurs de sons et appareils reproducteurs est constituée par un trait dessiné ou gravé sur un plateau opaque ou une couverture opaque recouvrant un support transparent, ou par l'écartement de deux membranes opaques laissant entre elles la dis-

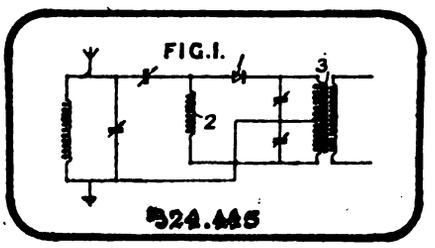


tance nécessaire pour constituer la fente. Cette fente peut être recouverte ou remplie d'un émail transparent qui peut être fondu sur le support. La fig. 2 montre une fente 3 pratiquée dans une couverture d'émail céramique 2, de glace non-actinique, ou de métal bruni sur un support en glace transparente ou autre produit. Une lentille 4 peut être adjointe au support pour concentrer la lumière sur la fente.

La fig. 5 montre la fente 12 pratiquée dans l'espace compris entre deux supports 9 et 10, la fente étant garnie de poudre d'émail fondue pour réunir les supports et produire une fente transparente.

Brevet N° 324.445. — HOLLOWEL. P. W. C. — SIGNALISATEUR SANS-FIL. — CONVERTISSEUR ELECTRIQUE.

SYSTEME RECEPTEUR. — Un détecteur pour réceptions de T. S. F. ou autres est aménagé pour utiliser les deux alternances du courant, une self de choc 2 laisse passer les impulsions unidirectionnelles mais arrête le courant non redressé, est montée en parallèle sur le dé-



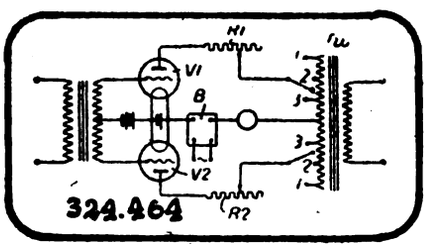
tecteur 1 qui peut être un cristal ou redresseur à oxydes métalliques. Les impulsions passant dans le détecteur et dans la self de choc sont additionnés dans le primaire d'un transformateur à prise 3. Suivant une modification le circuit accordé d'antenne est utilisé comme self de choc connecté

Digitized by Google

à la partie basse du primaire du transformateur la prise médiane étant à la terre. Dans un autre cas un auto-transformateur remplace le transformateur 3.

Brevet N° 324464. — DICKER S. G. S. — CIRCUIT POUR VALVES THERMOIONIQUES.

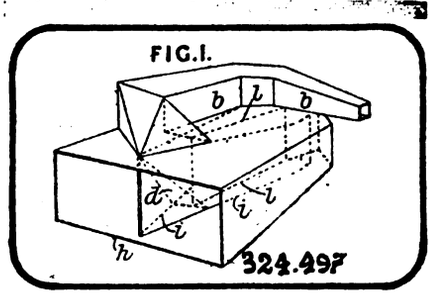
Des résistances variables R1, R2 sont insérées dans le circuit anodique des valves V1, V2 montées en push-pull et on a ménagé sur le primaire du transformateur d et les deux cloisons adjacentes.



permettre de compenser le déséquilibre produit par deux lampes non identiques et éliminer les ronflements résiduels du redresseur de tension B.

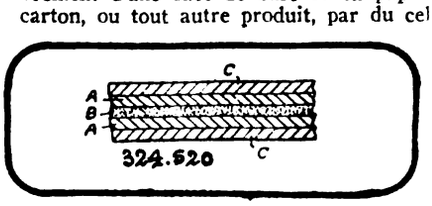
Brevet N° 324497. — SHRIVELL H. G. — AMPLIFICATEUR DE SONS ET SES PROPRIETES DIRECTIVES.

Un cornet pour instruments reproducteurs de sons comprend une caisse h fermée à l'une de ses extrémités et divisée en deux circuits détournés coniques par une cloison centrale 1 et deux cloisons symétriques i espacées près de l'extrémité fermée du cornet et se rencontrent à l'extrémité ouverte. La cloison centrale l est fixée au fond du cornet et s'avance jusqu'à un passage limité par le réflecteur d et les deux cloisons adjascentes. Un conduit acoustique b sur le dessus du cornet relie la caisse à l'instrument utilisé.



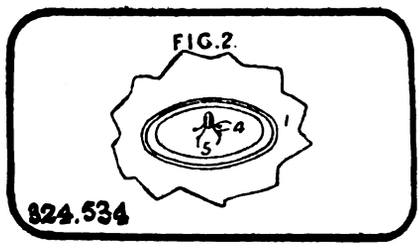
Brevet N° 324520. — BIDWEL L. S. and AVIATION et AGENCIES. — DISQUES DE PHONOGRAPHE.

Les disques sont fabriqués par recouvrement d'une face de base A en papier, carton, ou tout autre produit, par du celluloïd ou autre matière cellulosique, chaque feuille ainsi faite étant appliquée sur une plaque de renforcement B en faisant adhérer l'ensemble par la chaleur et la pression, après quoi les sillons sont imprimés sur les couches extérieures par le procédé habituel. Pour faire un disque à une seule face on négligera une des couches de celluloïd ou de papier imprégné.



Brevet N° 324534. — FRAY H. — DISQUE DE PHONOGRAPHE.

Le trou central d'un disque de celluloïd flexible est percé légèrement plus petit que le diamètre de l'axe et est entouré de fentes radiales 4 terminées par des petits trous 5 de telle sorte que le disque est fixé sur l'axe par friction.



BREVET FRANÇAIS

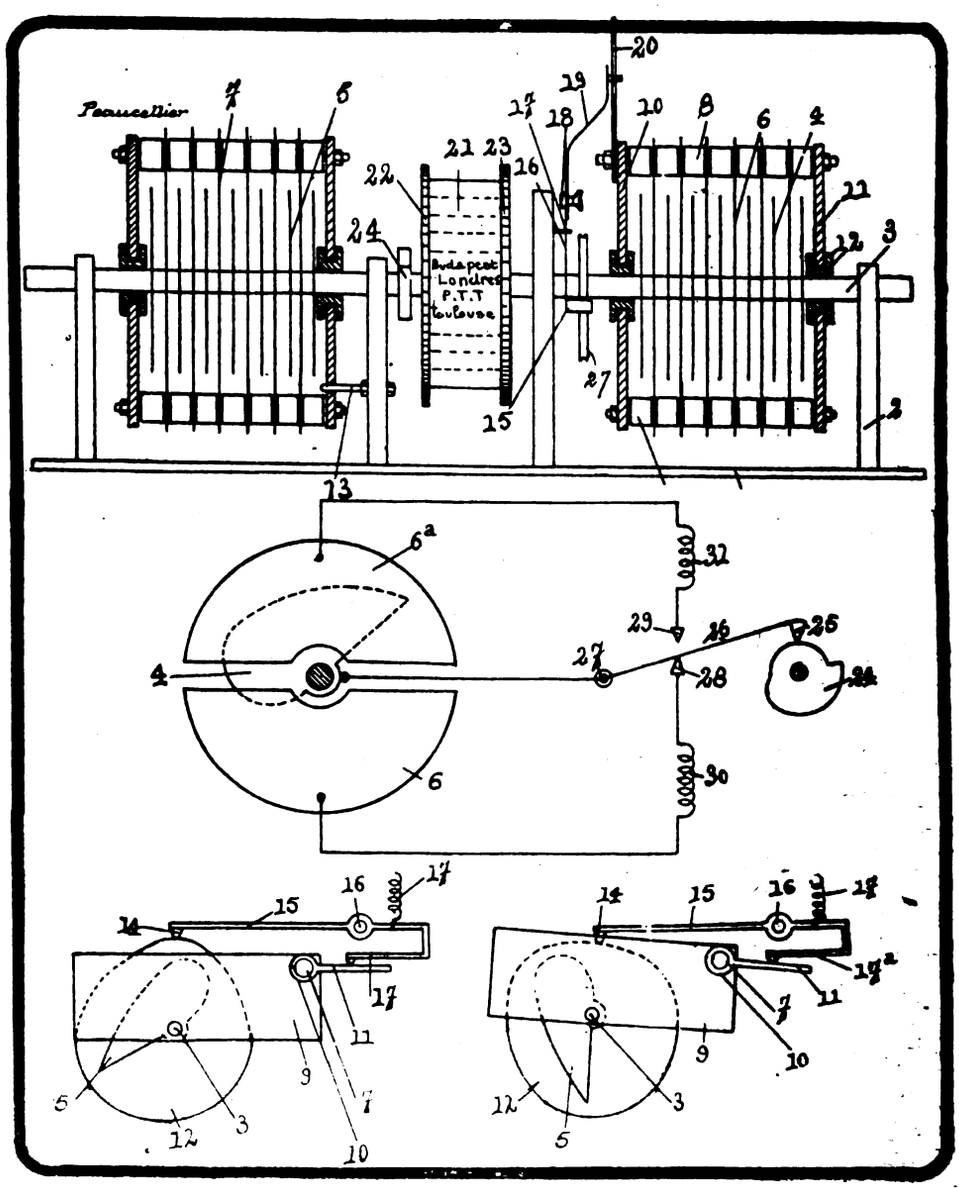
DISPOSITIF D'AJUSTEMENT DE LA CAPACITE DE CONDENSATEURS A COMMANDE UNIQUE. — JACQUES BEAUCELLIER.

Un ensemble de condensateurs dont les rotors sont calés sur le même axe qu'un cylindre de lecture des postes à recevoir et dont les stators sont montés fous sur le même axe au moyen de manchons isolants. L'un des stators (5) est maintenu fixe par une butée (13) alors que l'autre (6) peut osciller autour de l'axe commun

Lorsqu'on fait tourner les rotors des condensateurs, on entraine en même temps la caisse (27). Suivant le profil de la came l'une des extrémités du levier entraine plus ou moins le stator et le fait osciller autour de l'axe faisant varier légèrement la capacité.

Ce dispositif permet d'ajuster exactement pour chaque réglage la valeur de la capacité par le déplacement du stator. Les corrections varient avec chaque réglage et le profil de la came tient compte de toutes leurs valeurs. On peut relever le profil expérimentalement lors des réglages nécessités par la première mise au point.

sous l'influence d'un levier articulé en 17 et portant sur une came (27) de profil appropriée au réglage à obtenir.



Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 36 — Avril 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcastin Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P.T.T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

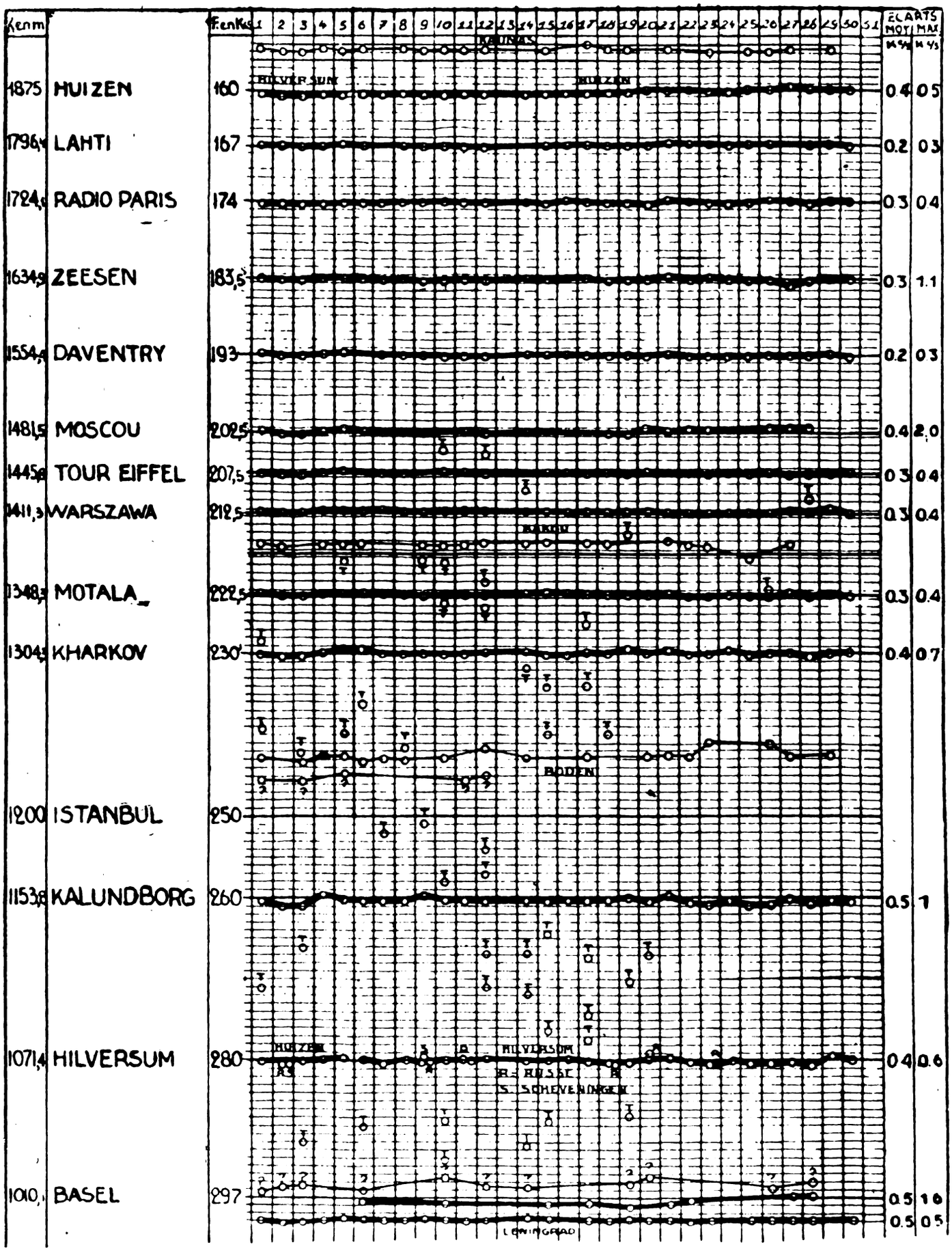
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 Mai 1930.

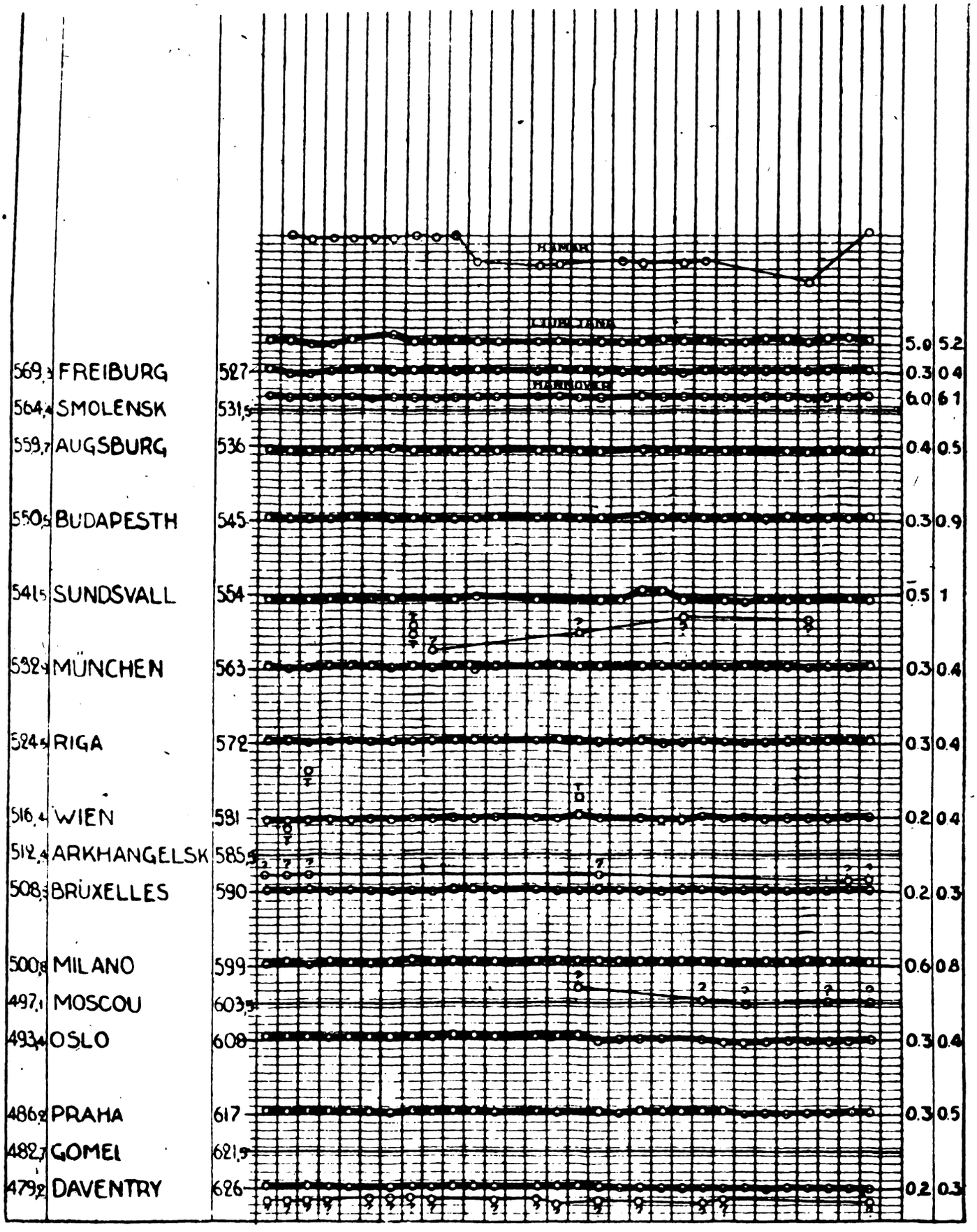
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

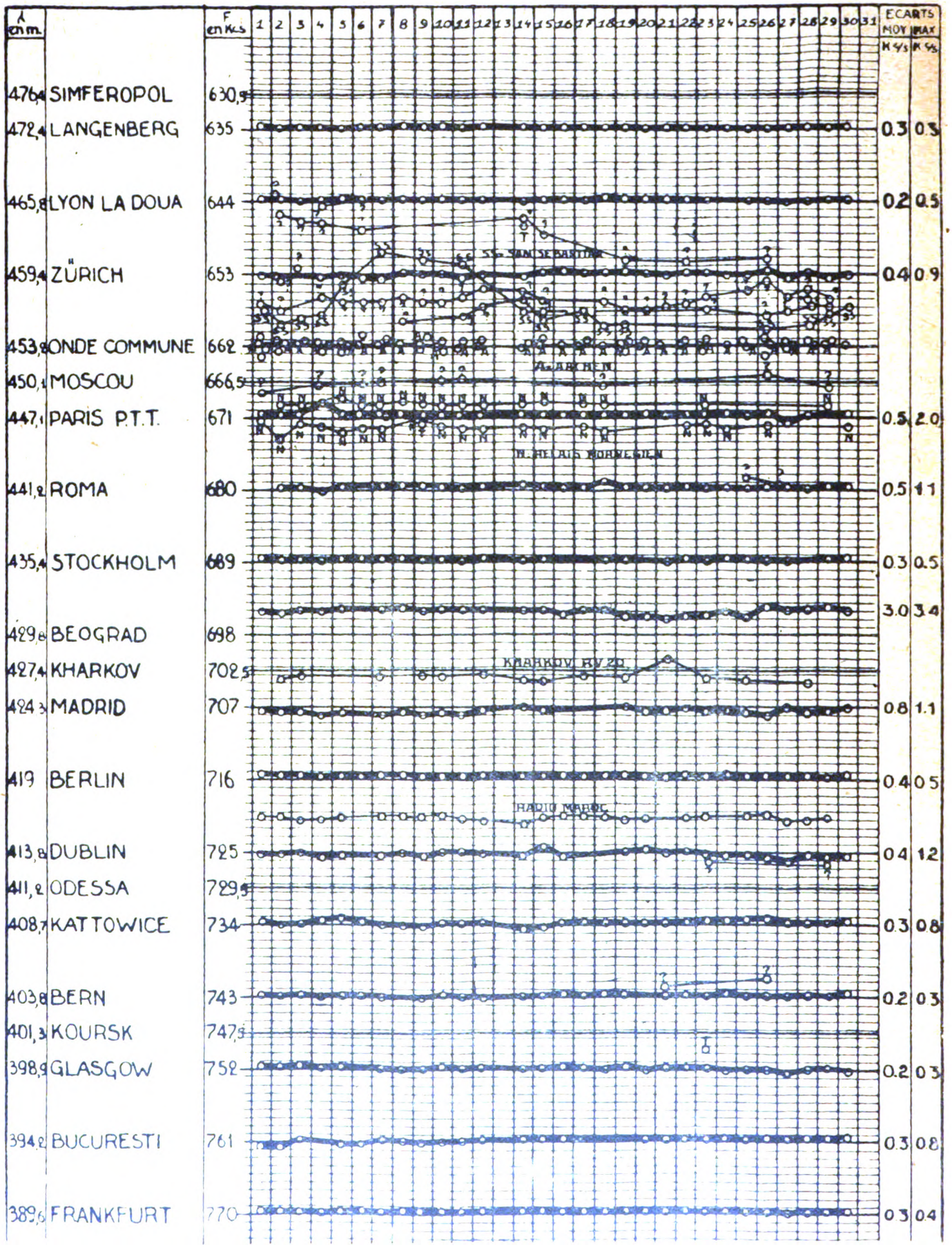
Digitized by Google



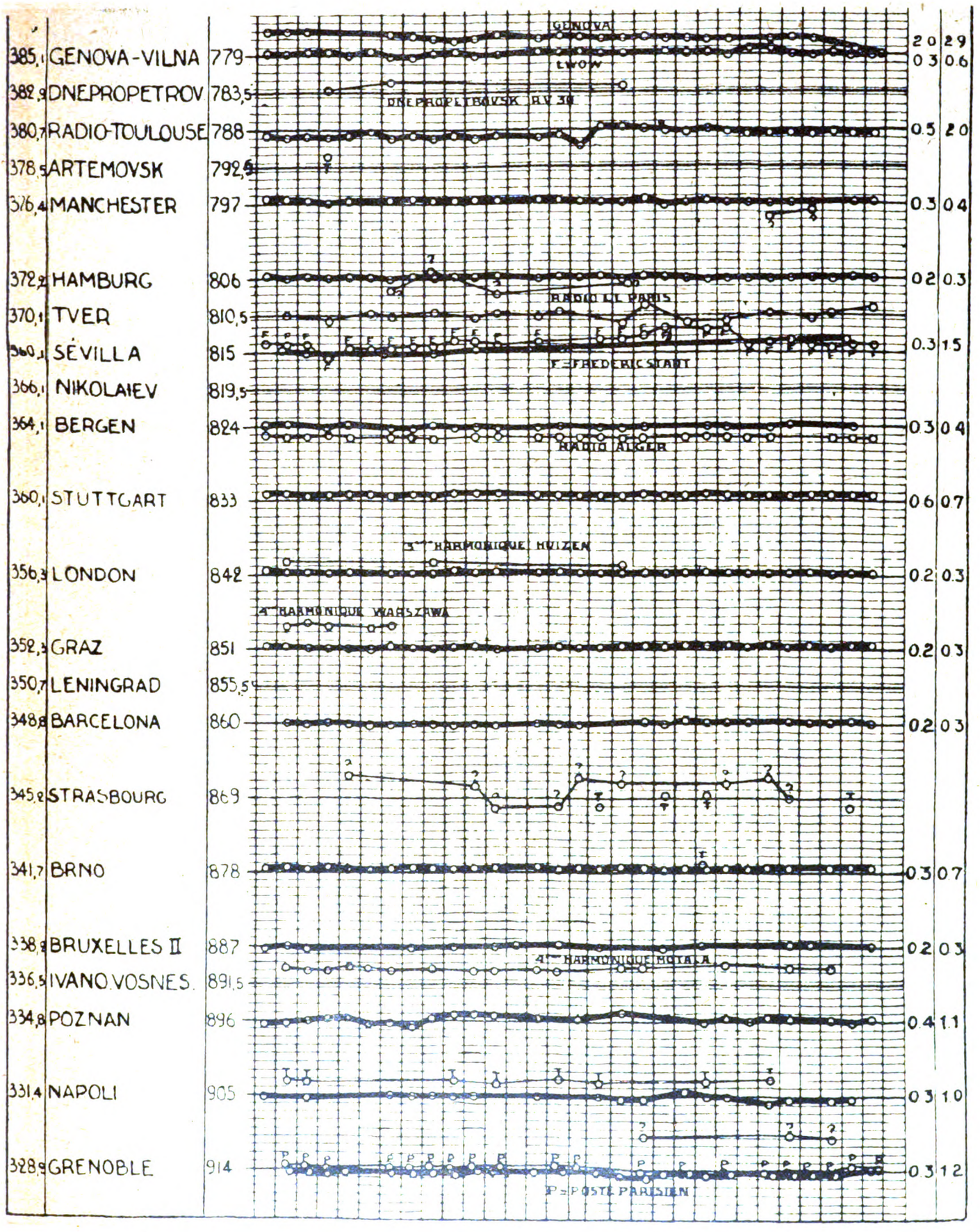
Digitized by Google



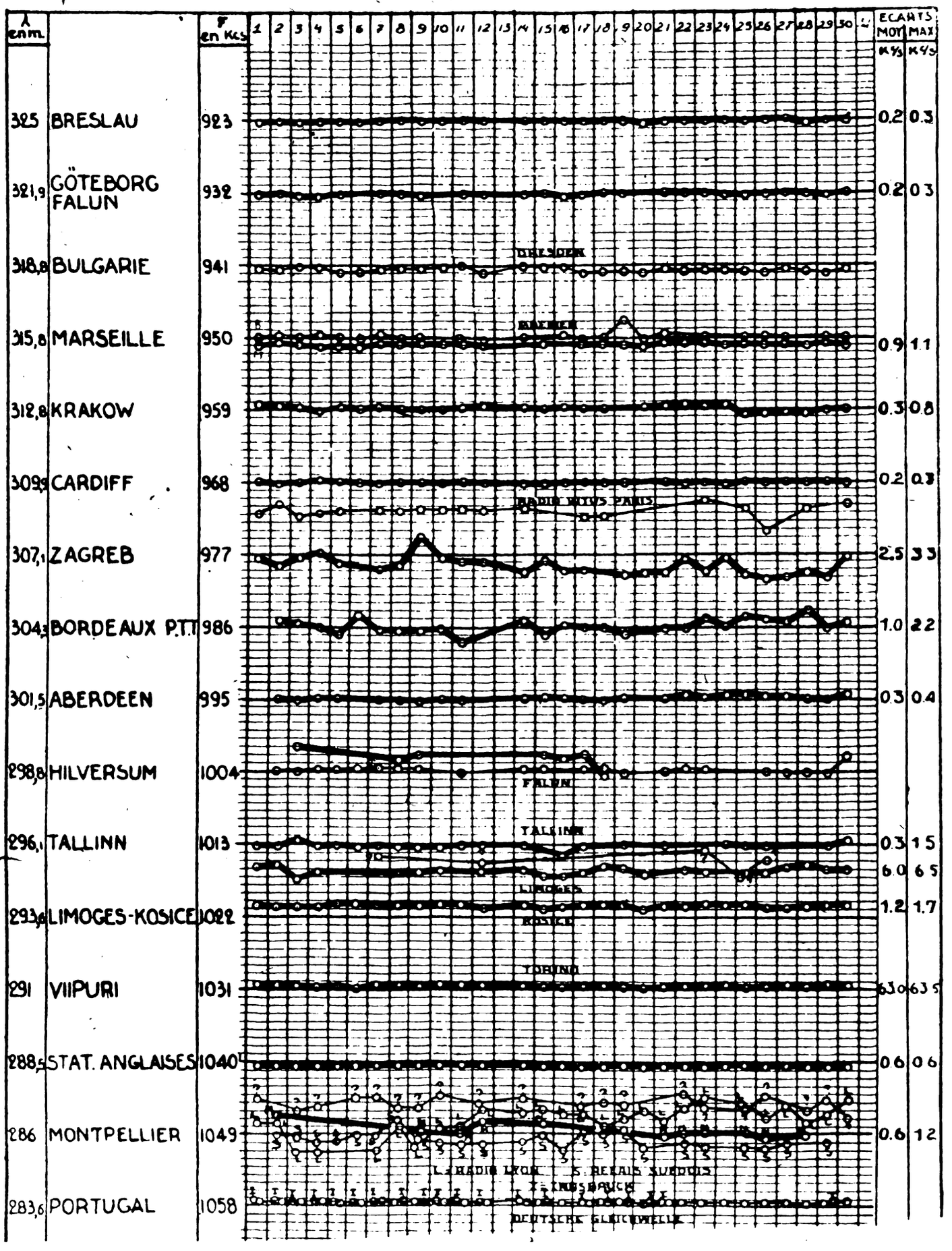
Digitized by Google



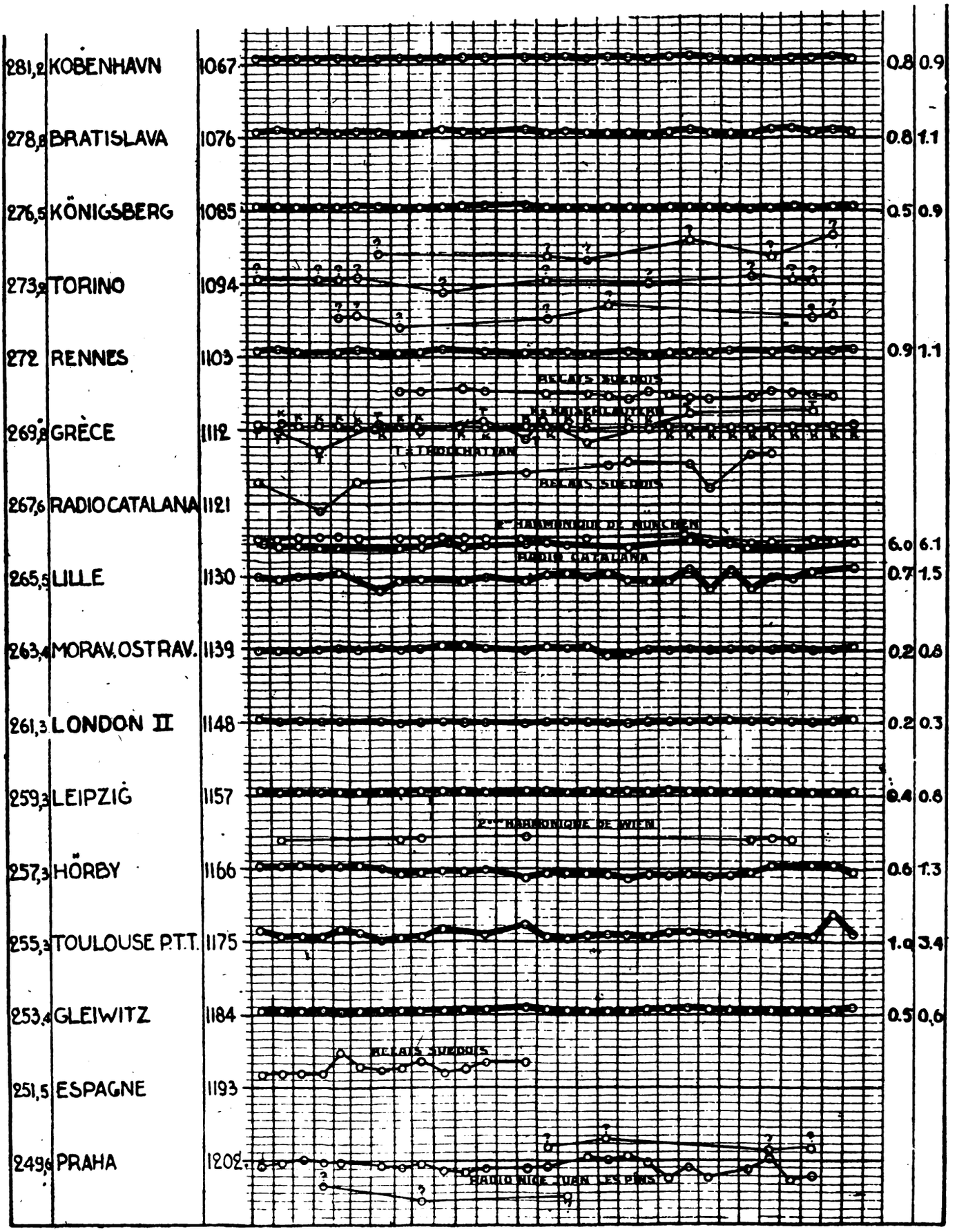
Digitized by Google



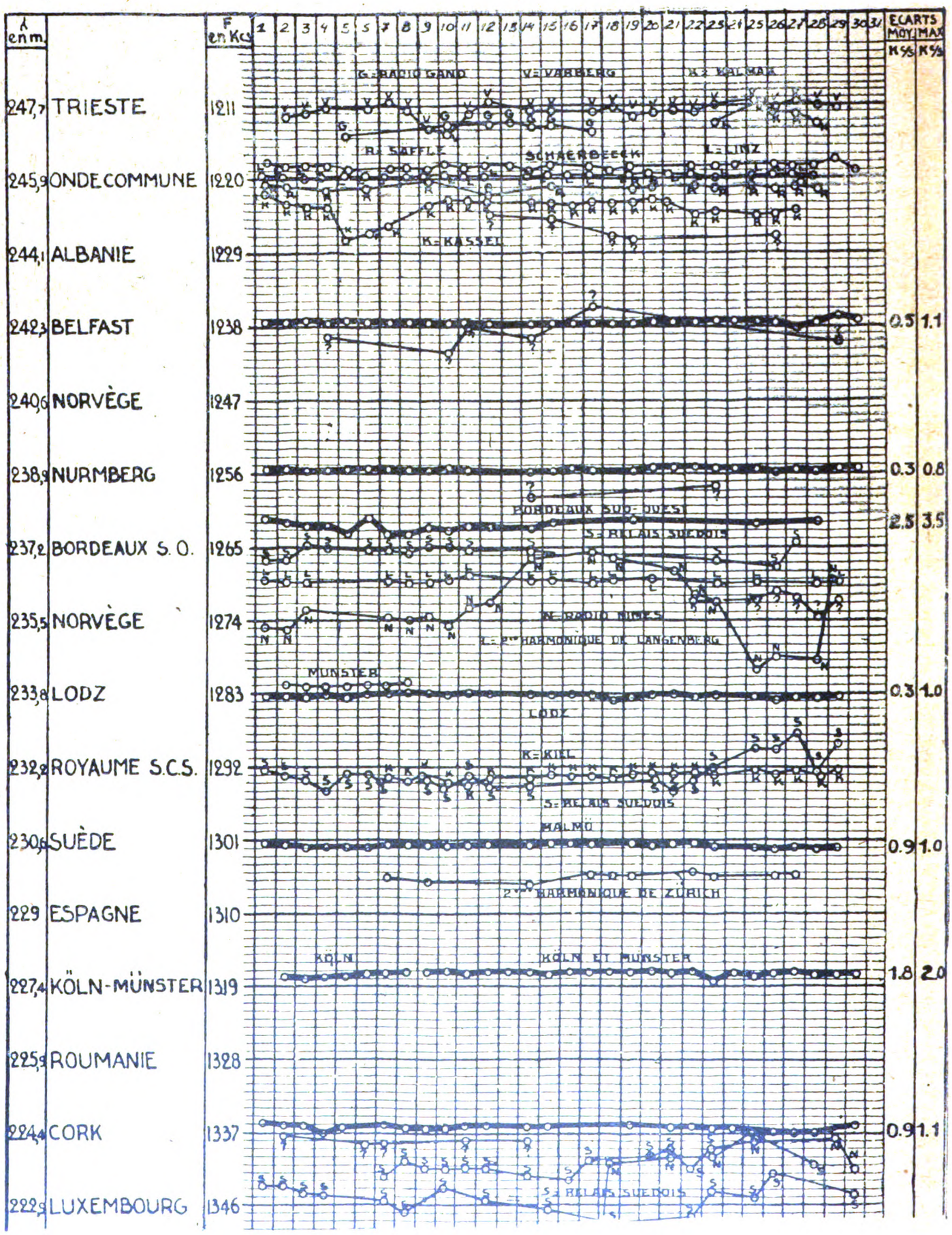
Digitized by Google



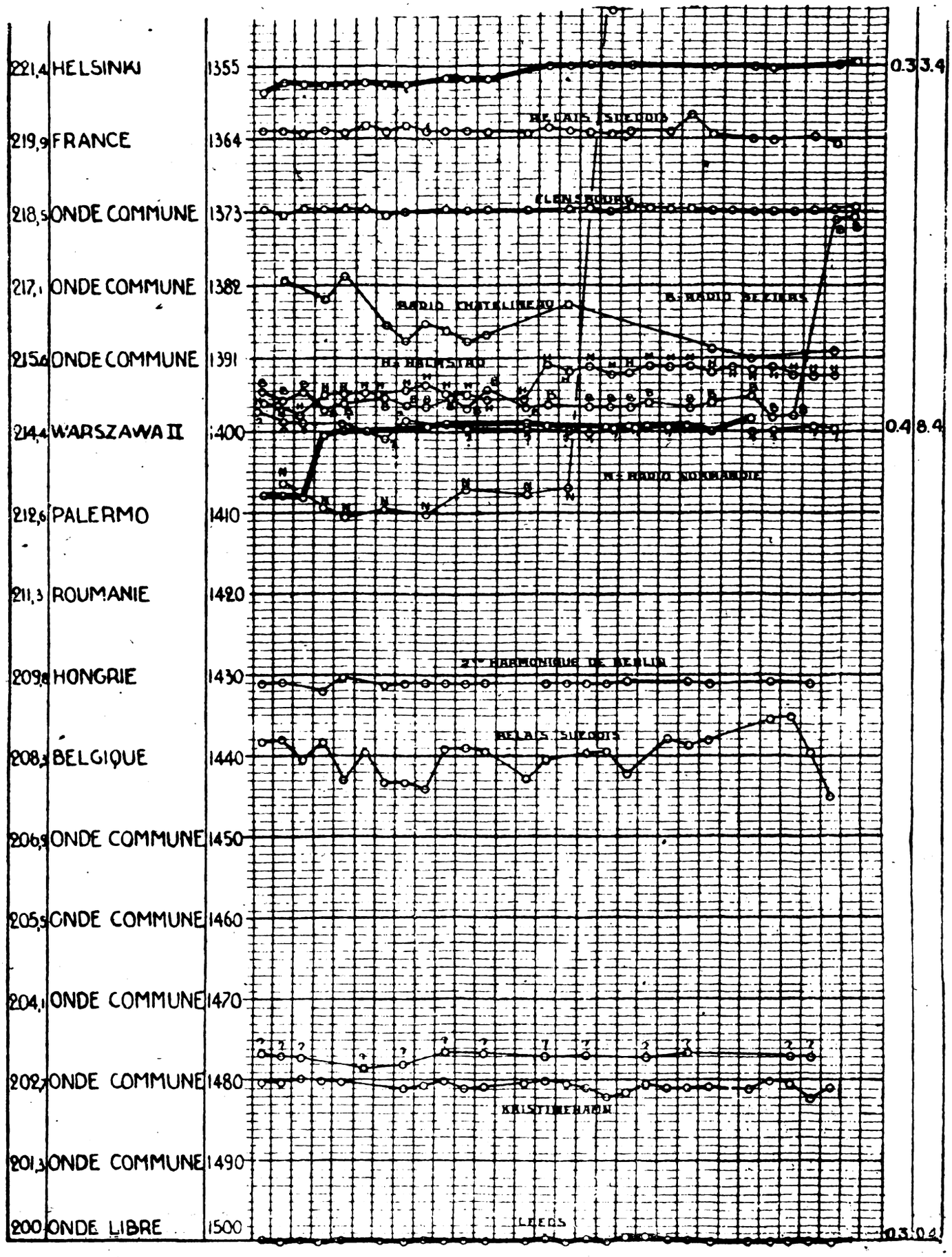
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

SINFONIA

La jeune maison du DISQUES ET PHONOS, du quartier de l'Étoile, qui s'est rapidement classée en tête du mouvement musico-mécanique, vient de se voir confier pour la France et ses Colonies l'agence exclusive du . . .

MATÉRIEL de RADIO **FERRANTI** Ltd de LONDRES

Il n'est pas nécessaire de faire l'éloge de ses fameux

Transformateurs AF3, AF4, AF5

qui passent aux yeux des plus habiles techniciens pour les meilleurs à l'heure actuelle sur le marché mondial

VENTE AU DÉTAIL, DEMI-GROS ET GROS, CHEZ

SINFONIA, 144, Avenue des Champs-Élysées, PARIS

Téléphone : ÉLYSÉES 53-60

FABER

ING. CONSEIL E.C.P.

11 bis RUE BLANCHE

PARIS (9e)

TRINITE 22-74

BREVETS D'INVENTION

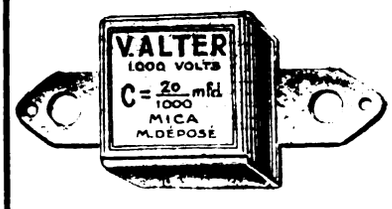
MARQUES MODÈLES TOUS PAYS

CONSULTATIONS GRATUITES

La MARQUE FRANÇAISE LA PLUS RÉPUTEÉ

VÉRITABLE ALTER

Condensateur type B

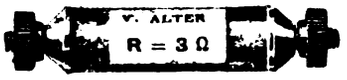


Au mica essayé à 1.000 volts alternatifs de 1/10.000e à 20/1000e mfd

Résistances ordinaires

Type N 80

Type C 80

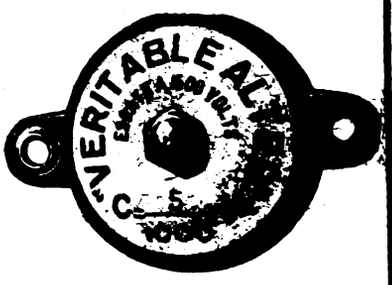


toutes valeurs de 10.000 ohms à 50 méghoms

Établissements M. C. B. 27, rue d'Orléans

Téléph. Maillot 17-25 NEUILLY-SUR-SEINE

Condensateur type C



Au mica essayé à 1.500 volts alternatifs de 20/1000e à 1/10000e

IMP. DES PRESSES MODERNES
Ateliers d'Arras

Publications et Editions françaises — de T. S. F. et Radiovision — 53, rue Réaumur, PARIS — *Le Gérant* : OSCAR GEAY —

Digitized by Google

JUILLET 1930 N° 76

RADIO-ÉLECTRICITÉ

ET

QST FRANÇAIS

RÉUNIS

THE LIBRARY OF THE
JUL 15 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

SOMMAIRE

	Pages
Opposition ? Non: Complément	1
Des mots pour des idées	3
La T.S.F. en Amérique (Alex SURCHAMP)	4
Les grandes figures de la science électrique: Ampère (Général ALVIN)	8
Au sujet des Champs (Général CARTIER)	10
La transmission des images à distance: le Belinographe (J.-P. DELATOUR)	13
Electricité	21
Un récepteur pour les Bandes 10, 20, 40 et 80 mètres (André PLANÈS-PY)	23
Une industrie frigorifique: la conservation des œufs (A. MICHEL, *Ingénieur-frigoriste*)	28
Les parasites atmosphériques (Yves DOUCET, *professeur de physique*)	30
Considérations techniques complémentaires des articles de *l'Antenne*	37
La détection par caractéristique des plaques (Antoine TAILLIEZ)	42
Equations de dimensions (J. GRANIER)	45
La cotation linéaire et la cotation logarithmique en nomographie (A. BILLY, *ancien élève de l'Ecole Polytechnique*)	50
L'équipement électrique des avions (Gilbert ETIENNE)	53
Le moteur d'induction pour phonographe (A.T.)	57
Récepteur SFER 3 lampes	59
Les actions à vote plural: la solution actuelle (R. LEROQUE, *docteur en droit*)	60
A travers la presse étrangère	64
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	69

Digitized by Google

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par

L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** *c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.*

***L'Antenne* est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs**

L'ANTENNE contient les programmes de toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 FR.

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2e)

Les C-119

par

Robert ALINDRET

Étude du fameux montage et de ses dérivés. 172 pages texte et schémas. Photographies et

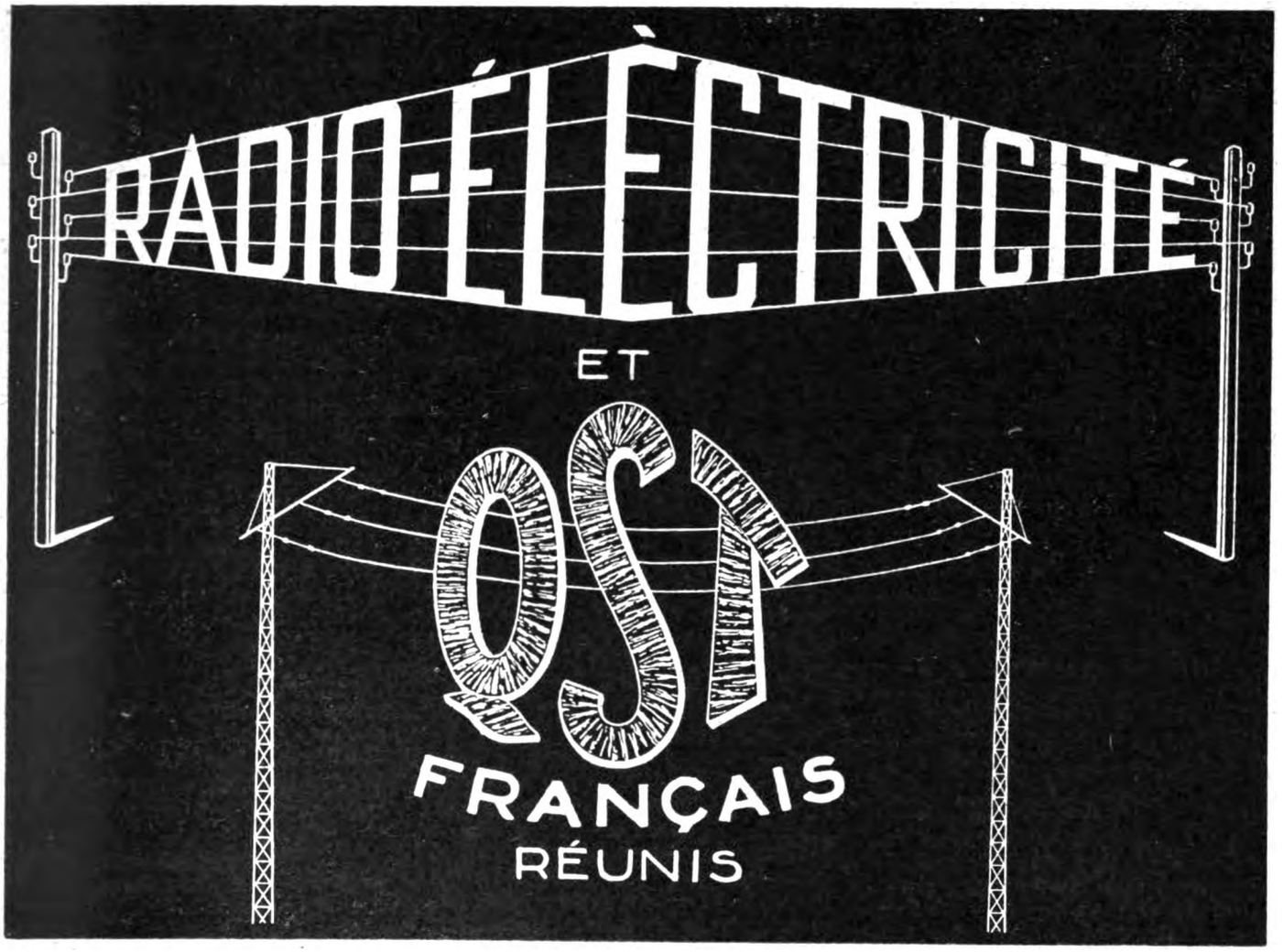
5 BLEUS DE CONSTRUCTION

PUBLICATIONS ET ÉDITIONS FRANÇAISES DE T. S. F. ET RADIOVISION
53, Rue Réaumur, PARIS (2e) - Téléphone : Louvre 03-72

Prix : 10 fr.
FRANCO : 12 fr. 60

EN VENTE PARTOUT

Digitized by Google



Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. 70 fr. par an	*53, rue Réaumur, PARIS (2e)*	Richelieu. 88-27
Etranger. . . . . 100 fr. par an		Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

Opposition ? Non : Complément

o o o o o o

J'ai longuement hésité avant de coucher cet article sur le papier ; c'est qu'il est souvent délicat de vouloir redresser des opinions très enracinées, d'autant plus qu'elles sont défendues par des gens tout à fait convaincus et que les arguments qu'ils apportent dans leur discussion paraissent à première vue pour des non techniciens tellement exacts qu'on est stupéfait de ne pas les avoir eus sur la langue plus rapidement.

L'opposition est, d'ailleurs, beaucoup plus facile que la comparaison; elle met en relief les clairs et les noirs mais, malheureusement, supprime les demi-teintes qui sont la base de toute reproduction artistique et vraie tant en optique qu'en acoustique et dans les autres domaines. Par ce relief accusé, elle masque les parties qui pourraient, par réflexe, déclencher une vision différente ; on a ainsi un aspect particulier de la question étudiée mais on risque fort d'arriver à des conclusions entachées d'erreur.

La comparaison amène, au contraire, un correctif à l'opposition qui n'en est qu'une partie car elle évoque ensuite la ressemblance; les parties qui n'ont pas une netteté suffisante forment les contours estompés tels qu'on les rencontre dans la vie. Rien n'y est, en effet, un tout à arêtes abruptes ; il reste aux plus beaux jours du soleil du midi, sous le ciel bleu, des miroitements dus à l'échauffement du sol qui suppriment la rigidité des lignes géométriques, frontières de l'ombre et du soleil.

Il n'est que juste par ailleurs de constater que si dans l'esprit, une

Digitized by Google

vue nette d'une question la rend particulièrement claire, ceci est le résultat de deux états de choses : ou bien une connaissance peu approfondie du problème le rend simple, ou bien l'esprit le forme tel pour l'explication, qu'il en donne à l'extérieur. Il est bien connu que suivant les étapes de l'investigation scientifique, on passe de la complexité à la simplification à l'extrême ; sous nos yeux, l'évolution des idées relatives à la vie de l'atome n'est-elle frappante à ce point de vue ?

N'est-ce pas là, peut-être, qu'il faut voir le fond réel du relativisme? Non seulement, il ne faut pas que nous prenions nos connaissances pour définitives (quelle insolence ceci serait vis-à-vis des enseignements du passé?), mais il faut bien surtout savoir définir l'angle sous lequel elles sont vues et exposées. J'espère que la lecture des prochains numéros où vous trouverez justements des articles relatifs aux mêmes problèmes vus par des personnalités différentes vous renseignera sur cette partie essentielle de la Science.

Mais ce n'est pas tout à fait là le but de cette note ; j'ai eu, à l'occasion de quelques conversations récentes, à faire une constatation qui m'a paru pénible. Dans l'esprit de beaucoup, un absolutisme règne beaucoup plus absolu que celui de notre ancien régime dont la déesse Raison avait pourtant eu... raison il y a plus de cent ans. Ce sont des opinions carrées ou plutôt triangulaires, à arêtes vives qui s'enfoncent comme un coin dans les têtes et sont lâchées de même dans un salon ; tranchantes, elles closent une discussion, car elles appellent des développements techniques que la politesse, même moderne, si décriée qu'elle soit et pourtant bien réelle, ne saurait autoriser dans un salon; on devrait alors demander à la maitresse de maison l'adjonction d'un tableau noir au mobilier de son studio. Point n'en faut, car ceci évoque de mauvaises heures dans bien des cerveaux.

C'est donc contre ces opinions tranchantes que je voudrais m'élever aujourd'hui. Avant d'arriver aux questions modernes, je voudrais exposer une idée générale et insister sur trois idées du temps passé. ..

Le point de départ de ce débat, qu'on ne saurait perdre de vue, est non pas technique, mais économique. Ce qui surpasse et dépasse tout est le prix de revient ; ce n'est pas par amour de l'art que tel ou tel moyen est préféré à un autre, mais bien parce que son rapport est supérieur Mais ceci ne peut être jugé que par un technicien.. ou un actionnaire.. c'est pourquoi on se trouve souvent en face de questions qui paraissent évoquer la plus pure logique quand elles ne sauraient résister à un examen précis des faits.

Que n'a-t-on pas dit au sujet du remplacement de la traction à chevaux, fiacres en général, équipages en particulier, par l'automobile? Arguments sentimentaux, pratiques n'ont pu tenir devant le progrès et chacun sait que la résistance des hommes au chef chiffi d'un noble haut de forme en cuir s'est terminée par leur transformation en chauffeur de taxi.

S'il y a une chose qu'on peut bien comparer à la marée montante qui enlève tout sur son passage — mais celle d'une mer qui ne se retirerait jamais — c'est certainement le progrès ; il balaye tout et constitue un élément primordial de la vie à une époque donnée. Pour traduire ceci en une image quelque peu mathématique, ce n'est pas la valeur du progrès, mais surtout sa dérivée par rapport au temps qui importe à un moment donné.

De même, les querelles relatives au vin et à l'eau, à l'escalier et à l'ascenseur ne sauraient être closes car elles impliquent trop de facteurs. .

Pour en arriver aux idées modernes desquelles j'extrairai celles relatives à l'électrotechnique, je commencerai par citer les idées qui ont eu cours aux rôles respectifs joués dans le domaine des transports par l'avion, la voie ferrée et l'auto.

Si des esprits puissants ont cru, à l'origine des chemins de fer que ceux-ci n'auraient jamais qu'un intérêt relatif, comment, par opposition, d'autres n'émettraient-ils pas l'opinion que la mise au point de l'avion et de l'auto n'amènerait pas la suppression du trafic ferroviaire ! Et pourtant rien de cela ne peut être complet en lui-même ; la route, l'air ne sont qu'un complément et destinés à remplacer le wagon que pour certaines catégories de marchandises et de passagers. Question de prix de revient!

Sans doute peut-on arguer que celui-ci n'est fonction que de l'état actuel de la situation de la construction de divers organes, mais il ne faut raisonner que sur le présent et non sur les possibilités de l'avenir.

Pour arriver enfin au domaine de l'électrotechnique, qui est le nôtre propre, il ne manque pas d'exemples de l'état d'esprit auquel j'ai fait allusion en commençant.

En premier lieu, que n'a-t-on pas entendu dire au sujet de la traction ferroviaire pour charbon ou électricité? Beaucoup ont vu dans l'électrification totale des voies ferrées une panacée universelle et « jamais une opinion aussi nette n'a pu germer dans un esprit ayant un sens critique et scientifique développé ». Là encore, si, pour une ligne à grand trafic, où l'électricité est supérieure on ne saurait généraliser ce fait. C'est pourquoi on ne saurait être stupéfait de voir circuler des panaches de fumées sur une voie électrifiée.

De même, la camparaison entre les centrales thermiques et hydrauliques a brouillé beaucoup d'idées. En effet, il y a un complément important, mais il faut bien remarquer qu'une centrale hydraulique représente l'immobilisation d'un gros capital et que ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que l'amortissement en sera tel que le prix de livraison deviendra bas. D'autre part l'utilisation du charbon de basse qualité sur le carreau même des houillères, supprimant le prix de transport, permet d'envisager la fourniture du courant à des prix intéressants, même au mode de production. En effet, la mise au point des lignes à très haute tension offre des possibilités de livraison à distances absolument inconnues jusqu' ici.

Dans le domaine beaucoup plus proche de nous, celui de la radiophonie ne trouve-t-on pas aussi de très nombreuses questions du même ordre? Evidemment si. L'opposition du téléphone, du télégraphe avec fil et sans fil a montré rapidement que l'on faisait fausse route, liaison idéale entre transports en mouvements (avions, bateaux, ou trains), la haute fréquence n'est pas un concurrent du fil, mais un complément. Dans les points d'accès difficiles, quoique immobiles : observatoires de montagnes, îles, etc., c'est là un précieux appoint. Pour les communications téléphoniques à grandes distances pour lesquelles un câble ne saurait être envoyé à l'heure actuelle car on ne retrouverait aucun courant à la sortie, la radiotélégraphie est d'un secours précieux.

En précisant encore un peu les questions que nous examinons n'est on pas frappé de l'antithèse qui subsiste chez beaucoup de gens entre les superhétérodynes et autres montages en dynes? De même qu'en automobile on ne saurait opposer la 5 CV à la 15, le quatre cylindres au huit, de même ici, le poste à galène répond à des besoins essentiellement de ceux qui font face aux huit lampes de la liaison transatlantique. Pourquoi vouloir les ramener à un commun dénominateur?

La question de l'éclairage, du chauffage au gaz et à l'électricité est

Digitized by Google

du même ordre. Malgré les progrès récents réalisés dans la conduite du gaz à domicile, il n'y a qu'un vague point de comparaison entre les deux à beaucoup de points de vue. Le gaz n'a pas de souplesse et ne saurait, pour l'industrie, mettre en mouvement ces petits moteurs individuels de machine qui constituent l'un des facteurs les plus importants de la construction moderne en série. Au contraire, le gaz se prête mieux à d'autres applications.

Dans la liaison des étages successifs des amplificateurs à basse fréquence, on trouve souvent aussi l'opposition entre transformateurs et résistances; des études très complètes parues dans ce journal ont nettement montré combien ceci est fonction des conditions du problème. Théoriquement, les deux procédés doivent être équivalents, si, on emploie des systèmes convenablement adaptés au but à atteindre. Pratiquement c'est bien ainsi pour la qualité et le volume de son ne diffère que parce que les relais non modifiables par l'amateur ou l'usager ne permettent pas de réaliser les conditions optima de fonctionnement.

Avant de terminer sur une question brûlante, je tiens à noter ici que tous ces raisonnements sont essentiellement valables pour les journaux ; opposer les uns aux autres est vouloir faire preuve d'une témérité bien grande car on complète l'un par la lecture de l'autre sans quoi une seule édition devrait tenir tout le marché.

Enfin, en terminant, je voudrais dire deux mots sur la question brûlante relative aux trois sytèmes musicaux suivants: musique enregistrée (phono, film parlant, etc.), T.S.F. et musique directe en quelque sorte. Là encore, beaucoup ont voulu prétendre à une suppression du musicien et à son remplacement total par l'enregistrement; et pourtant, il faudra bien réaliser celui-ci et ne peut-on pas prétendre qu'on aura ainsi une meilleure sélecton des exécutants? Mais ni le phono, ni la T.S.F. n'empêcheront les gens d'aller au théâtre, pas plus qu'une conversation téléphonique ne peut tenir lieu d'un rendez-vous d'affaires, où l'image d'un bifteack faire office de déjeuner.

Une fois de plus, je prie le lecteur de se méfier de ces opinions tranchantes; dans le domaine de la médecine en particulier, n'a-t-on pas vu des maladies traitées avec succès égal par l'eau bouillante ou la glace?

Opposition? non: complément, telle est la manière dont il faut envisager les différentes pièces de l'échiquier scientifique.

Juillet 1930.

Des mots pour des idées

Le premier article paru sous ce titre m'a valu une copieuse correspondance; avant d'en retenir l'idée essentielle, je désirerais poser une nouvelle question au lecteur. Elle n'aura pas trait à un mot technique, mais sera beaucoup plus générale.

Comment peut-on expliquer que la majorité des termes étrangers auxquels notre langue fait appel soient, en dépit de nos origines et affinités latines, empruntés à la langue anglaise ?

Ceci posé, la plus grande partie de mes interlocuteurs graphiques arrivent suivant leur date de naissance à deux idées particulièrement dignes d'être retenues.

Les « plus de quarante ou cinquante ans » émettent une opinion justifiée à laquelle les jeunes répondent avec des arguments non sans valeur.

Querelle de mots... N'est-ce pas là la base d'une grosse partie de la vie, antique ou moderne? C'est une erreur ou à un manque de définition que sont dues bien des bévues qu'on aurait sérieusement pu éviter sans cela.

Et ceci ne date pas de nos jours. Ne pourrait-on point généraliser la célèbre fable d'Esope relative au rôle de la langue : le meilleur et le pire que les dieux, dans leur malignité mythologique, aient donné à l'homme. D'aucuns, sans peut-être le faire exprès, ne s'arment-ils pas de la parole et aussi de la plume pour déguiser, sans doute inconsciemment leur pensée ou, plus exactement, l'habiller d'un vêtement sinon démodé mais bien mal ajusté?

En tout cas, je viens au fait.

La première catégorie se récrie contre l'intrusion de mots saxons dans la langue française, si riche qu'on pourrait, disent-ils, toujours trouver le mot exact remplaçant le synonyme étranger. Je ne prendrai point parti car c'est l'évidence même et il est certain qu'un tel usage semble consacrer un manque d'assimilation qui peut sembler curieux de la part de notre race de savants curieux, critiques et fins, mais c'est un fait.

Et comme le défend la seconde phalange, hoplites aussi chargés d'arguments que ceux de la première, ce n'est point une nouveauté. Sans sortir du domaine qui est le nôtre et pour ne pas tomber dans le modernisme, le mot self-induction est-il donc si nouveau et si français ?

Pourquoi ne pas admettre que la science, avant-garde du progrès, a réalisé une internationale qui a une langue faite d'emprunts à tous les pays qui la nourrissent ?

Sans doute l'esprit de M. Briand aura conçu une fédération européenne avec d'autres liens; n'est-ce pas déjà une nouveauté que cette union aussi vaste sous une égide économique ? Ce remplacement de Mars par Mercure n'est-il pas un nouveau signe du zodiaque terrestre ?

Evidemment, l'Internationale scientifique peut-elle être mise en échec par le rappel du manifeste des 93 qui n'a pas empêché des savants de collaborer à des applications de la tuerie mondiale ?

Si l'on me permet de donner mon humble avis sur cette question, je vois que je pourrai résumer ma question comme suit : au point de vue des milieux scientifiques, on peut conserver des termes quelconques qui ont une signification pour des savants familiarisés avec une question et chez qui les travaux et les méditations journalières ont préparé un terrain favorable à la germination d'une telle semence.

Au contraire, pour la vulgarisation, si tout le monde repère ce qu'est une auto, un tramway, il y a intérêt majeur, pour qu'il y ait clarté, à définir exactement en français ce que signifient, dans leur langue respective, les expressions communément utilisées.

C'est dans ce but que cette chronique sera régulièrement continuée en la complétant parfois par des comparaisons entre mots français ayant même consonance et même racine.

Juillet 1930.

Digitized by Google

La T. S. F. en Amérique

par Alex SURCHAMP

o o o o o o

Dans le précédent numéro, désirant tenir le lecteur au courant des progrès de la T. S. F. chez les nations voisines, nous avons fait la description de Radio-Belgique.

On trouvera aujourd'hui un aperçu de la situation de la T. S. F. en Amérique.

Deux phrases permettent de comprendre le système radiophonique tel qu'il fonctionne aux Etats-Unis. La première est extraite de la Déclaration américaine des droits: « *Toute personne a un droit inaliénable à l'expression la plus complète de ses opinions et sentiments* ». — La deuxième a été prononcée par M. le Président Coolidge à Philadelphie : « *Nous avons toujours cru fermement que l'encouragement par l'Etat de l'initiative privée, pouvait bien davantage pour le bien-être général que l'action directe du gouvernement dans le domaine commercial ou industriel : nous désirons donc que les gens du pays, en leur capacité privée, possèdent et dirigent toutes les industries, tous les commerces qui ne sont pas directement liés à un service public.* »

Un régime de liberté absolue.

C'est en vertu de ces deux principes que le régime américain de la radiophonie fut au début celui de la liberté absolue. Toute société, tout groupement, voire même toute personne qui avait le désir d installer un poste d'émission et qui en avait les moyens financiers, adressait une demande au Ministère du Commerce, choisissait sa longueur d'onde, fixait ses heures d'émission. L'autorisation lui était toujours accordée.

C'est ainsi qu'à la fin de 1922, le nombre des stations en fonctionnement était de 563, dont 556 nouvelles établies dans le courant de l'année, tandis que 71 stations anciennes avaient cessé leurs transmissions.

A la fin de 1923, le nombre des stations en exercice n'était plus que de 542 dont 264 nouvelles, 285 stations ayant cessé de transmettre pendant l'année. A la fin de 1924, les trois chiffres correspondants étaient respectivement de 531 stations en exercice, 259 nouvelles stations avec 270 défections dans l'année.

Comme on le voit par ce bref aperçu, si de 1922 à 1924 le nombre des stations en exercice est resté sensiblement le même, il y a eu par contre un nombre assez considérable de déconvenues parmi ceux qui s'étaient lancés dans la nouvelle voie de la radiophonie. Sans doute faut-il chercher la principale raison de ces échecs dans le fait que les auteurs de l'entreprise animés d'un zèle excellent, étaient partis sur des bases financières insuffisantes avec un programme incapable d'intéresser une masse assez considérable d'auditeurs.

⁂

Restrictions et réglementations.

Le gouvernement ne tarda pas à s'apercevoir que ce régime de pleine liberté conduisait tout droit au désordre, et il fallut envisager certaines restrictions commandées par l'expérience, car en cette matière, la liberté des uns ne finit pas toujours où commence celle des autres.

Une loi fut donc soumise au Parlement et le nouveau statut mis en application au début de 1927, institua une « Commission fédérale » de 5 membres chargée de délivrer les licences d'émissions et de faire la police de l'air. La Commission se préoccupa d'abord de répartir les postes pour les empêcher de se gêner entre-eux; elle en supprima un grand nombre qui se regroupèrent; elle procéda à une judicieuse répartition des longueurs d'onde en même temps qu'elle réduisait la puissance d'émission de nombreuses stations (75 %). Des pénalités sévères furent enfin prévues pour les postes qui tenteraient d'utiliser soit une autre longueur d'onde, soit une autre puissance que celles qui leur étaient assignées.

Mais on se garda d'aller plus avant. Les pouvoirs publics restèrent dans leur rôle de gardiens de l'intérêt général. Aucune taxe ni sur l'auditeur, ni sur l'appareil, ni sur les lampes. Les postes eurent toute latitude de se créer des ressources.

Sous ce régime la radio s'est prodigieusement développée en Amérique. De 1923 à 1928 le nombre des appareils de réception est passé de 60.000 à 8 millions alors que le montant annuel des ventes d'appareils de réception passait de 50 millions à 14 milliards de francs. L'industrie du matériel radiophonique et des lampes comprend actuellement 1,240 usines, plus de 1000 ingénieurs et près de 380.000 ouvriers. Les statistiques montrent que dans les six dernières années, le public a dépensé plus de 50 milliards de francs en achat de matériel de réception et de lampes.

Les stations.

Quant aux stations, elles sont au nombre de 645 environ, 470 d'entre-elles utilisent une puissance de plus de 750 watts, 87 émettent à une puissance inférieure à 5 kw; 50 stations sont au dessus de cette puissance, 13 au-dessous de 25 kw, 10 émettent à plus de 25 kilowatts et enfin 2 superstations ont une puissance qui dépasse 75 kw.

Les stations sont classées en trois catégories: nationales, régionales ou locales. Les postes les plus puissants sont: WEAF New-York; WTIC Hartford, WLW Cincinnati; KOZA Pittsburg; WTAM Cleveland; WENR Chicago et WGY Schenectady.

Il y a en outre aux Etats-Unis, 25 stations expérimentales de télévision qui opèrent sur des longueurs d'onde de 147, 140, 107 et 103 mètres.

Une centaine de stations appartiennent aux écoles et universités. Un grand nombre de stations que l'on peut qualifier de régionales sont la propriété de nombreuses firmes du commerce et de l'industrie américaines.

Dans un pays ou les postes sont si nombreux, on conçoit que la police de l'éther doive être faite d'un façon très sérieuse. Aussi pour éviter que les stations ne se nuisent réciproquement, la « Radiodivision » du Ministère du Commerce chargée de la partie administrative de la T. S. F. a-t-elle édicté une série de règlements qui précisent d'une façon très stricte les conditions dans lesquelles doivent se faire les émissions, citons à titre d'exemple deux ordres publiés par ce Bureau, et qui définissent les stations de radiodiffusion.

Ordre général n° 41 du 4 sept. 1928.— Une station de radiodiffusion de jour (daytime broadcasting station) a le droit de fonctionner seulement pendant certaines heures désignées de jour: il ne lui est pas permis de fonctionner à au-

Digitized by Google

cun moment où ses émissions causeraient une interférence avec les autres stations travaillant sur la même onde. Aucune station de jour ne sera autorisée à émettre après l'heure moyenne du coucher du soleil dans quelque mois que cela soit. L'heure du coucher du soleil devra être déterminée par rapport à l'emplacement où se trouve l'émetteur de la station d'émission, à moins qu'il ne s'agisse de la plus orientale des stations d'émission travaillant sur la même onde. Dans ce cas l'heure du coucher du soleil sera celle déterminée par rapport à l'émetteur de la station travaillant sur la même onde la plus proche à l'ouest de la station considérée.

Ordre général n° 48, du 22 octobre 1928. — Une « limited time broadcasting station », est une station qui a le droit d'émettre non seulement dans les conditions de temps ci-dessus définies, mais en outre pendant certains intervalles de temps qui ne sont momentanément pas utilisés par les stations travaillant sur la même longueur d'onde. Par exemple, une telle station située à l'Ouest des Etats-Unis devra émettre dans les dernières heures de la soirée après la fermeture d'une station située à l'Est des Etats-Unis et travaillant sur la même longueur d'onde. Si une telle station désire émettre après le coucher du soleil, elle devra en prévenir la commission de la Radiodivision qui lui spécifiera les heures laissées libres par les autres stations travaillant sur la même onde, mais elle devra après avis donné à temps, s'abstenir d'émettre si ces autres stations qui ne sont pas forcément des stations de radiodiffusion veulent émettre pendant ces heures.

On voit par ces exemples pris au hasard, quels soins ont pris les américains pour limiter les gênes réciproques des stations.

Si l'expression de la pensée est libre, totalement libre, l'émission au point de vue technique est très sévèrement réglementée, policée et contrôlée. Dans un pays où la radiodiffusion est si nombreuse et si active, il ne pouvait pas en être autrement.

⁂

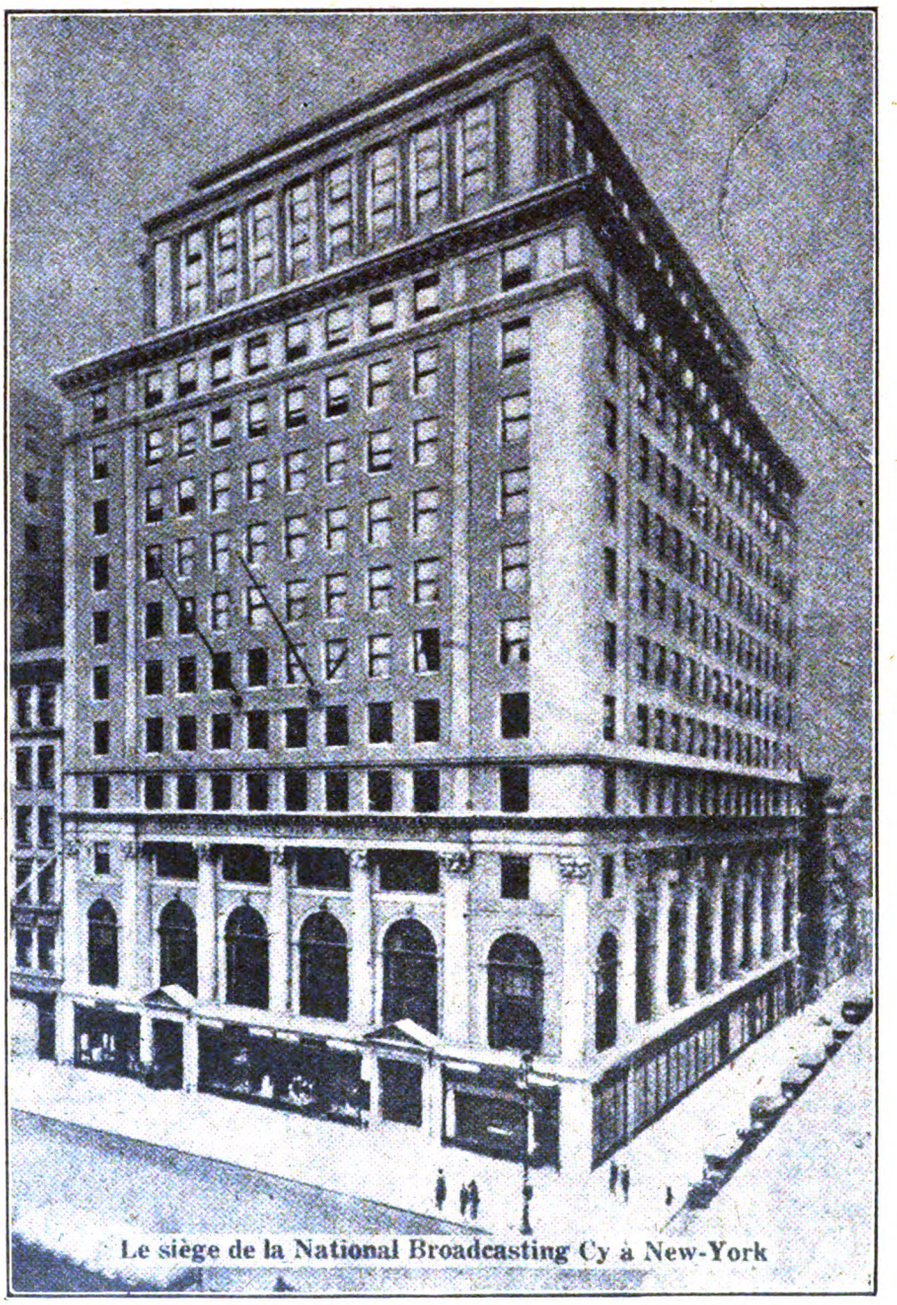
La plus puissante organisation radioélectrique du monde : L.N.B.C.

Dès que la radiodiffusion américaine commença à sortir de l'ère des tâtonnements — en 1925 — le directeur de la « Radio Corporation of america », M. Oven Yung, conçut l'idée de coordonner les efforts des trois plus grandes firmes possédant des stations: la Radio Corporation, la General Electric Cy et la Westinghouse Electric and Manufacturing Cy. Mises en commun, les ressources financières et techniques de ces trois sociétés étaient puissantes. Il n'y avait qu'à leur adjoindre des ressources artistiques, et réunir les efforts et les bonnes volontés sous une direction unique.

C'est ainsi que naquit la National Broadcasting dont le but était de fournir à un certain nombre de stations judicieusement situées sur le territoire un service analogue à celui que font aux journaux quotidiens les grandes associations de presse. Un réseau permanent de fils privés devait permettre à des stations principales de transmettre leurs programmes aux stations secondaires qui les relaieraient à leur tour en y ajoutant leurs informations ou leurs causeries locales.

En moins de deux ans, ce programme fut réalisé et parfaitement mis au point.

En 1928, la N.B.C. avait réussi à grouper 50 stations qu'elle réunissait par un réseau d'environ 20.000 kilomètres de fil.



Le siège de la National Broadcasting Cy à New-York

Pour donner un meilleur rendement à son système, la N.B.C. institua trois différents groupes de stations reliées isolément à un studio central à New-York:

1° Le *Groupe Rouge* qui dessert surtout les Etats de l'Est et qui possède 150 stations permanentes réunies entre-elles par un réseau téléphonique de 2.330 milles;

2° Le *Groupe Bleu* qui possède 9 stations permanentes et un réseau téléphonique de 2.300 milles;

3° Le *Groupe Pacifique* qui possède 5 stations et un réseau téléphonique de 1.700 milles.

Il existe en outre un certain nombre de stations supplémentaires.

C'est ainsi que la radiodiffusion aux Etats-Unis est devenue un grand service

Digitized by Google

public autant qu'une grande industrie. Cinquante millions de personnes reçoivent gratuitement des programmes de distraction fournis par les plus remarquables talents du pays; elles peuvent toutes les fois qu'elles le veulent recevoir de la radiodiffusion de valeur éducative, qui va de la culture physique à la documentation scientifique; elles ont leurs horizons changés en écoutant non seulement les prédicateurs et les hommes d'Etat de leurs propres opinions religieuses et politiques, mais ceux aussi de toutes les autres religions et des différents partis.

Un Conseil consultatif composé de dix-huit hautes personnalités (hommes et femmes) connues pour leur compétence et leur indépendance assure l'impartialité de la politique suivie en ce qui concerne le respect de l'intérêt général.

La publicité.

Quant à la publicité, écoutez ce qu'en dit M. Aylesworth, l'actuel président de la N.B.C. « Nos auditeurs ne sont ja- « mais dans aucun des programmes dif- « fusés par le réseau des 600 stations que « nous servons, soumis à la publicité di- « recte. Pour prendre contact avec cel- « le-ci, ils doivent se reporter aux jour- « naux et aux magasines où ils peuvent retrouver le nom des cent grandes in- « dustries qui leur sont devenues des « mots journaliers grâce aux excellents « programmes qu'elles subventionnent; « c'est là qu'ils trouveront les détails sur « les produits et les prix qui sont soi- « gneusement et complètement tenus à « l'écart de nos diffusions. Seul le nom « de la firme sous l'égide de laquelle est « donné le concert, est prononcé au dé- « but et à la fin de l'émission. Aucun « avis publicitaire n'est inséré dans le « cours du programme. »

« Si ces cent firmes paient suffisam- « ment pour le temps qu'elles occupent « l'air — un cinquième de notre pro- « gramme quotidien de 18 heures pour « être exact — elles le font exactement « comme les annonciers, dans un journal, « paient pour le reste de la publication. « Les quatre autres cinquièmes du temps « correspondant à la partie éditoriale et « aux informations du journal: ils sont « indépendants et sont remplis à la di- « rection de la Compagnie. C'est pendant « ce temps que nous traitons les ques- « tions éducatives, politiques et religieu- « ses, de même que nous donnons nombre « de « numéros » récréatifs. »

Cet original système de publicité — il a un nom: c'est le « *sponsored programmes* » — donne d'excellents résultats, puisque la N.B.C. assure à ses artistes et à son personnel de beaux émoluments, en même temps qu'elle assure à ses actionnaires d'importants dividendes. On peut d'ailleurs citer quelques chiffres : en 1928, plus de 2 millions de dollars ont été versés par une cinquantaine de commerçants pour les artistes collaborant aux « sponsored programmes » et la N. B.C. a dépensé elle-même plus d'un demi million de dollars pour ces mêmes artistes. Le coût des programmes des stations des Groupes Rouges, Bleus et du Pacifique est d'environ 6 millions de dollars par an et la somme annuelle payée à la Compagnie Américaine des Télégraphes et des Téléphones pour l'usage des circuits téléphoniques est de 1.350.000 dollars.

♣

Autres groupements.

Si la N.B.C. est de tous les groupements, celui qui possède les plus grands moyens, il en est quelques autres qui, bien que moins importants étendent leur action sur une large bande de territoire.

La Columbia Broadcasting Systèm (C.B.S.) par exemple possède près de 50 stations qui échelonnées entre la côte de l'Océan Atlantique et les Montagnes Rocheuses diffusent chaque jour des programmes qui sont entendus jusqu'au Canada, car le réseau a été relié à la chaîne transcanadienne.

Programmes.

En comparant les programmes d'émission des principales stations américaines, on peut arriver à déterminer de la façon suivante la composition type de ces programmes:

Concerts (musique classique)	20 %
Musique variée	8 %
Musique de danse (jazz)	12 %
Mélodies populaires (musique)	12 %
Mélodies populaires (Chant)	8 %
Drames	8 %
Sketches	6 %
Conférences	6 %
Musique d'orgue	3 %
Dialogues	3 %
Musique militaire	3 %
Opéras	3 %
Divers	8 %

♣

Voici par ailleurs pris au hasard un programme donné par une grande station, celle de Cincinnati (Ohio). WLW.

6 heures
7 h. Annonce de l'heure, récital d'orgue.
8 h. Cours d'éducation physique.
8.30 Causerie religieuse.
9 h. Heure de la femme (musique.causerie sur la santé, la cuisine et les soins à donner aux enfants).
10 h. Solo de soprano.
10.30 Causerie agricole.
10.40 Renseignements financiers.
11 h. Cours de solfège (pour les écoles) (retransmission de New-York).
12.15 Concert d'orgue.
12.30 Orchestre de l'hôtel Gibson.
12.50 Cours agricoles et commerciaux.
13 h. Causerie sur les travaux de ferme.
13.45 La ville et le village (Retransmission de Chicago).
14 h. Causerie sur l'aéronautique (à l'usage des écoles).
15 h. Drame radiophonique.
15.20 Solo d'artistes.
15.45 Radio Club féminin.
16 h. Musique (duos).
16.15 Symphonie (retransmission de San Francisco).
17 h. La demi-heure du thé (musique).
17.30 Cours agricoles et commerciaux.
17.45 Disques.
18 h. Renseignements météorologiques. (retransmission de WOR)
18.30 Causerie enfantine.
19 h. Causerie sur la peinture.
19.15 L'Album de Tony.
19.30 Le cirque.
20 h. Comédies, sketch. (Retransmission de N.B.C.).
20.30 Causerie médicale. Questions et réponses.
20.45 Musique d'autrefois (Retransmission de N.B.C.).
21 h. Comédie dialogue (retransmission de N.B.C.).
21.30 Orchestre.
22.30 Orchestre et chœurs (Retransmission de N.B.C.).
23 h. Comédie dialogue.
23.15 Renseignements météorologiques.
23.30 Musique de jazz.
24 h. Orchestre de l'Hôtel Gibson.
et une fois par semaine, le vendredi, de 24 h. 30 à 4 h. du matin. Divertissements et amusements variés.

♣

Les chaînes.

Parce qu'ils ont un territoire de plus de 9 millions de kilomètres carrés, soit les 9/10 de l'Europe, une population groupée dans des centres industriels denses ou éparpillés dans des exploitations rurales fort éloignées les unes des autres, les américains ont été entraînés de plus en plus vers la constitution des chaînes afin de couvrir par les ondes le plus de surface possible.

Grâce à « La chaîne » on diffuse un programme par le moyen d'une puissante station et ce programme est relayé par toute une série d'autres, soit directement, soit de secondes mains si l'on peut dire, en sorte qu'une même émission peut toucher presque simultanément les auditeurs de tout le pays. Le même concert, le même discours politique est transmis à vingt, trente, cinquante stations de la chaîne qui court à travers l'Amérique.

Cela a ses avantages, mais aussi un grave inconvénient, c'est que tout compte fait, il n'y a chaque jour aux Etats-Unis qu'un nombre restreint de programmes proposé au choix des auditeurs.

♣

Digitized by Google

New-York ou Chicago

New-York est considéré comme la capitale émettrice des Etats-Unis, le « réservoir de la radio ». Les quatre postes New-Yorkais WEAF, WABC, WJZ, WOK, sont extrêmement perfectionnés dans leurs installations. Il est cependant une ville qui menace de faire à New-York une concurrence sérieuse et qui tend à prendre une place prépondérante dans le domaine de la T.S.F., c'est Chicago, qui au cours de ces trois dernières années a fait des progrès remarquables au point de vue radiophonique.

Chicago possède cinq postes puissants qui sont en perpétuelle transformation :

Le poste KYW appartenant à la Westinghouse Electric and Manufacturing Cy a obtenu récemment la licence de construire un poste émetteur de 50 kw qui coûtera environ 250.000 dollars.

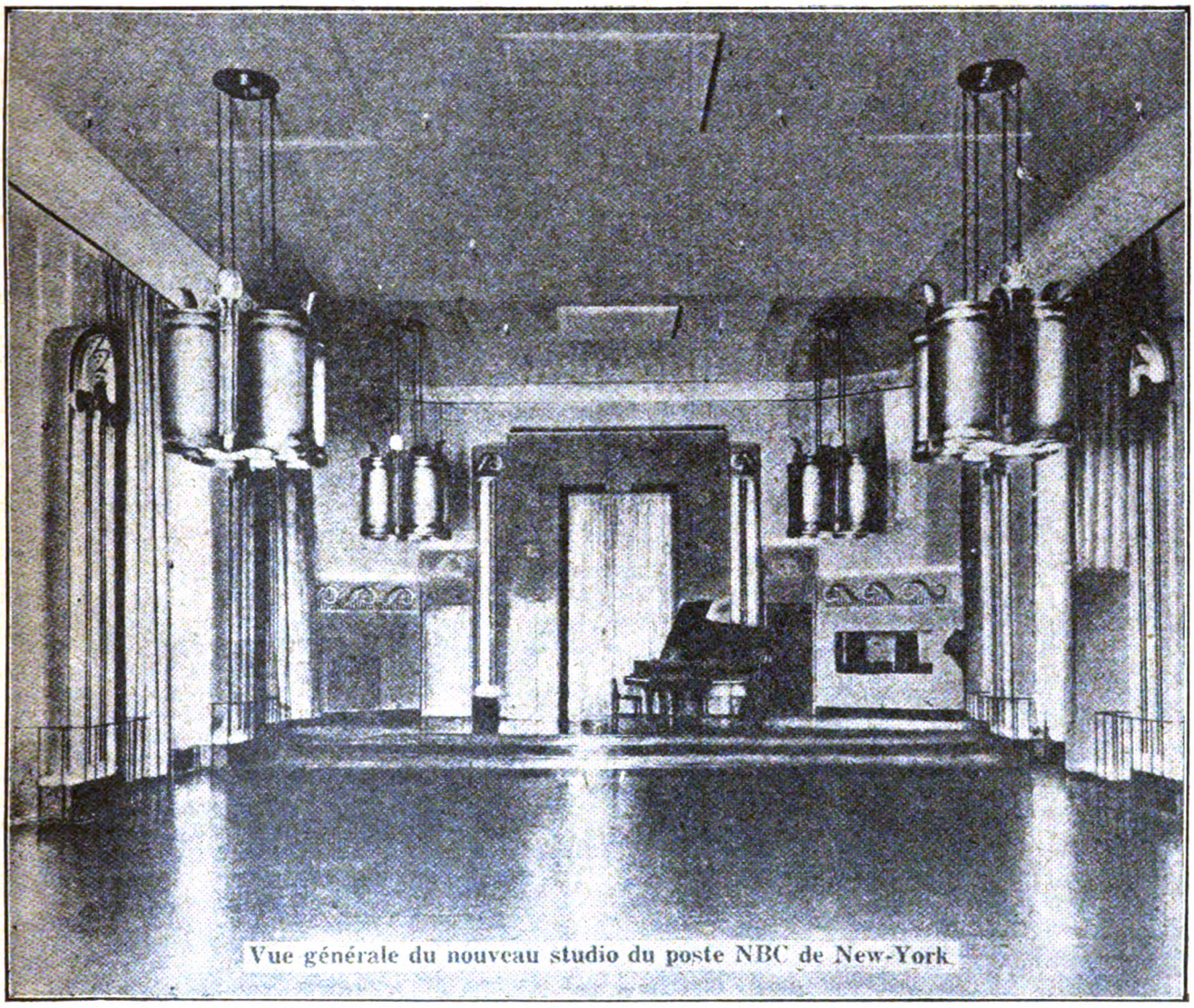
Le poste WENR de 50 kw appartenant à la Great Lakes Broadcasting Cy a passé récemment un contrat pour une dépense de 10.000 dollars pour l'adjonction d'un système de modulation à 100% à son poste émetteur. De plus la Compagnie dépensera environ 100.000 dollars pour l installation de nouveaux studios qui occuperont deux étages d'un des immeubles les plus vastes de la ville qui abritera en même temps l'opéra de Chicago. WENR possèdera ainsi les studios les plus hauts du monde étant donné qu'ils seront situés au 41 et 42me étages.

Le poste WMAQ appartenant au Chicago Daily News, s'installe dans un nouvel immeuble et le coût approximatif des nouveaux bureaux et studios s'élèvera à 100.000 dollars.

Le poste WBBM appartenant à l'Atlass company, porte sa puissance à 50 kw et dépense 125.000 dollars pour améliorer son installation. Enfin le poste WGN, de la Chicago Tribune subit d'importantes transformations.

Aussi devant le développement sans cesse grandissant de Chicago comme centre émetteur, la National Broadcasting Cy a-t-elle fait construire dans cette ville des studios qui, lorsqu'ils seront terminés, seront les plus grands et les mieux équipés du monde sur le toit de la Merchandise Mart, le plus grand gratte-ciel des Etats-Unis. Elle a même pris une option pour une surface additionnelle qui permettra un agrandissement dans les locaux dont la superficie égalera celle d'un immeuble ordinaire de 10 étages.

Chicago, New-York ? quelle sera la capitale des ondes. Le duel est engagé. M. Aylesworth ne veut pas faire à ce sujet de pronostics, mais il semble bien qu'il ait foi dans le rôle que doit jouer Chicago dans la radio de demain, puisqu'il a fait installer dans cette ville un quartier général qui ressemble étrangement à un poste de commandement.



Vue générale du nouveau studio du poste NBC de New-York

A suivre.)

Digitized by Google

LES GRANDES FIGURES DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

AMPÈRE (1775-1836)

Les grandes figures scientifiques sont en particulier ignorées de beaucoup, du moins quant à l'enchaînement de leurs travaux et à la répercussion de ceux-ci sur les progrès réalisés par la suite.

Il nous a paru indispensable que le lecteur trouve ici chaque mois un exposé relatif à cette question. Nous sommes heureux que celui-ci soit dû à la plume si autorisé du général Alvin, commandant de l'Ecole Polytechnique, qui a bien voulu nous promettre sa collaboration.

Les savants dont les géniales découvertes sont à la base des applications actuelles de l'électricité vivaient à la fin du XVIIIe et au commencement du XIXe siècle. Ce sont, par rang d'âge :

Coulomb (1736-1806), un français; **Volta** (1745-1827), un italien ; **Ampère** (1775-1836), un français ; **Ohm** (1787-1854), un allemand; **Faraday** (1791-1867), un anglais. Ces cinq savants ont été choisis par le Congrès international des électriciens tenu à Paris en 1881 pour désigner les unités pratiques électriques: le « coulomb », c'est l'unité de quantité électrique, le « volt », l'unité de force électromotrice, l'« ampère », l'unité d'intensité, l'« ohm », l'unité de résistance et le « farad », l'unité électromagnétique de capacité. Le Congrès rendait ainsi aux pionniers de l'Electricité un hommage vraiment international, englobant quatre grands pays : la France, l'Angleterre, l'Allemagne et l'Italie. C'est ce Congrès qui a désigné sous le nom d'ampère l'unité d'intensité que l'on appelait autrefois le « weber ». Weber étant un physicien allemand qui vécut de 1804 à 1891 et dont les travaux si méritoires soient-ils, ne sauraient être mis sur le même plan que les découvertes de celui qui fut sans contestation le fondateur de l'électrodynamique.

***

Les œuvres d'Ampère sont exposées avec une maîtrise incomparable dans une biographie lue en séance publique de l'Académie des Sciences le 21 août 1839 par François **Arago**, secrétaire perpétuel de cette Académie.

André-Marie **Ampère** naquit à Lyon, sur la paroisse de Saint-Nizier le 22 janvier 1775. Son père était négociant. M. et Mme Ampère quittèrent le commerce peu après la naissance de leur fils et se retirèrent dans une petite propriété située à Poleymieux-lez-Mont d'Or, près de Lyon. Dans cet obscur village, Ampère développa ses facultés intellectuelles et tout d'abord celle du calcul arithmétique ; dès qu'il sut lire, il dévora tous les livres qui lui tombaient sous la main, depuis les classiques, grecs, latins et français jusqu'à l'Encyclopédie par ordre alphabétique en vingt volumes dont il pouvait réciter par cœur des pages entières.

Il cherchait déjà des questions à approfondir, des problèmes à résoudre et à dix-huit ans, il se proposait de créer une langue universelle destinée, en remplaçant le nombre infini des idiomes, à rapprocher les hommes et à consolider la paix.

En 1793, en pleine tempête révolutionnaire, son père eut la fatale idée de quitter la campagne et d'accepter à Lyon les fonctions de juge de paix. Taxé d'aristocrate par Collot d'Herbois et Fouché, M. Ampère monta sur l'échafaud. Son fils en fut terrassé. Pour détourner le cours de sa douleur, il retourna à Poleymieux et s'adonna avec son ardeur accoutumée à la botanique, à la poésie et à la musique. En herborisant, il rencontra une jeune fille, Mademoiselle Julie Carron pour laquelle il éprouva une vive passion et qu'il épousa le 2 août 1799. La famille de Mademoiselle Carron, n'ayant point foi dans les prêtres assermentés, seuls reconnus par la loi civile, il fallut que la cérémonie religieuse se fît clandestinement. Le 8 août 1800, Ampère avait un fils. Jusque-là, il se contentait de la position précaire d'un maître courant le cachet. Il obtint en décembre 1801 la chaire de physique à l'école centrale du département de l'Ain et se rendit à Bourg, laissant à Lyon sa femme malade et son enfant.

C'est à Bourg qu'Ampère écrivit son **Mémoire sur la Théorie Mathématique du Jeu**, ingénieuse et savante application du calcul des probabilités qui lui valut une chaire au Collège de Lyon et plus tard, sur la recommandation de Lalande et Delambre, une place de répétiteur à l'Ecole polytechnique. Dans cette illustre maison, il devait occuper la chaire d'Analyse.

Sortant d'une leçon de Monge, qui était professeur de géométrie descriptive à l'Ecole Polytechnique et dont l'enseignement était lumineux Lagrange disait avec sa finesse habituelle : « Avant d'avoir entendu Monge, je ne savais pas que je savais la géométrie descriptive ». On ne pouvait en dire autant d'Ampère qui fut un grand savant, mais un professeur pitoyable. Ses distractions sont devenues proverbiales. Un homme d'Etat célèbre par ses bons mots, disait d'un de ses adversaires politiques : « Sa vocation est de ne pas être ministre des affaires étrangères ». Arago, dont l'opinion n'est pas suspecte, affirme à l'égard d'Ampère que « sa vocation était de ne pas être professeur » et il voudrait que le budget assurât une existence indépendante au petit nombre d'hommes dont les productions, dont les découvertes, dont les ouvrages commandent l'admiration et sont les traits caractérisques des siècles. Nul plus qu'Ampère eût mérité d'être soustrait aux nécessités d'un labeur quotidien professionnel duquel il tirait sa subsistance. Affligé d'une myopie extrême, distrait comme La Fontaine, d'une timidité invraisemblable, il était incapable de faire une leçon devant un auditoire nombreux, sans provoquer par son attitude et par ses gestes, des rires irrévérencieux. Chargé de besognes auxquelles il était impropre, il planait au-dessus du monde.

Nommé Chevalier de la Légion d'Honneur en 1809, Ampère entrait à l'Institut en 1814 où il prenait la place que la mort de Lagrange, ar-

Digitized by Google

rivée en 1813 avait laissée vacante. Agé de quarante ans, il s'imposait au choix de ses collègues par ses travaux mathématiques sur le calcul différentiel et intégral, sur les paraboles osculatrices et sur la loi de Mariotte. Nommé Académicien, il ne resta pas inactif; dans les travaux auxquels il s'adonna, il en est un qui prime tous les autres, car il constitue à lui seul toute une science ; son nom, **l'électro-dynamisme**, est à jamais inséparable de celui d'Ampère. Il convient de s'y arrêter.

∴

Reportons-nous à l'année 1819. On connaissait depuis six siècles la propriété de l'aiguille aimantée. On savait qu'une barre de fer et surtout d'acier, convenablement préparée se dirige vers le Nord. Aucune vérité de physique n'a eu des conséquences aussi colossales. Elle a permis la navigation au long cours; elle est à la base de la découverte par de hardis navigateurs, des deux Amériques, de nombreux archipels et des centaines d'îles isolées de l'Océanie.

Mais on ne savait rien touchant la nature de la modification intime qu'éprouve une lame d'acier neutre pendant les opérations mystérieuses à l'aide desquelles on la transforme en aimant. Les phénomènes du magnétisme leur relation avec l'électricité, dont on soupçonnait l'existence dans l'atmosphère orageuse, étaient ignorés à tel point que nous lisons dans un programme d'Ampère imprimé à la date de 1802 : « Le professeur **démontrera** que les phénomènes électriques et magnétiques sont dus à deux **fluides différents** et qui agissent indépendamment l'un de l'autre». Cependant, en 1660, Gilbert, dans son ouvrage « Physiologia nova » avait écrit que le magnétisme et l'électricité sont deux manifestations inhérentes à toute matière.

Galvani, étudiant en 1786 l'action de l'électricité des machines sur les grenouilles avait observé que celles-ci éprouvent de vives contractions quand on fait communiquer les nerfs lombaires avec les muscles des pattes au moyen d'un arc métallique dont une branche est en cuivre, l'autre en zinc. Reprenant cette expérience vers l'année 1800, **Volta** démontra que le phénomène constaté est dû au contact des deux métaux produisant une **force électro-motrice** suivant son expression et il construisit la pile électrique qui porte son nom et a été le point de départ de toutes les découvertes postérieures faites en électricité.

Les choses en étaient à ce point lorsque, en 1819, le physicien danois **Œrsted**, fondateur de l'Ecole royale polytechnique de Copenhague annonça au monde savant «un fait immense par lui-même, et surtout par les conséquences qu'on en a déduites ; un fait dont le souvenir se transmettra d'âge en âge, tant que les sciences seront en honneur parmi les hommes » (Arago. — Biographie d'Ampère).

Œrsted remarqua le premier que, si l'on fait passer un courant électrique dans le voisinage d'une aiguille aimantée, celle-ci est déviée de sa position d'équilibre et tend à se mettre en croix avec le courant. Le sens de la déviation dépend de la direction du courant et de la position qu'il occupe par rapport à l'aimant.

En reprenant l'expérience d'**Œrsted, Ampère** a montré que le sens de la déviation peut toujours être prévu au moyen de la règle suivante dite **loi d'Ampère.**

Si l'on suppose un observateur couché sur le fil que traverse le courant et dans une position telle que, regardant l'aimant, le courant lui entre par les pieds et lui sorte par la tête il verra toujours le pôle nord de l'aimant dévié vers sa gauche. La droite et la gauche de l'observateur sont désignées ordinairement sous le nom de droite et gauche du courant, de sorte que l'on peut résumer la règle d'Ampère en disant que le pôle Nord de l'aimant se porte toujours à la gauche du courant.

Poursuivant ses études, Ampère allait mettre en évidence les actions réciproques des courants sur les aimants qui forment ces branches de la Physique dénommées **électromagnétisme** et **électrodynamique** ou **électrodynamisme.**

1°) **Action des courants sur les aimants.** — L'action d'une portion infiniment petite d'un courant sur un pôle d'aimant est perpendiculaire au plan mené par le pôle et l'élément de courant est dirigée vers la droite du courant si le pôle est austral, vers la gauche s'il est boréal. Cette action varie en sens inverse du carré de la distance du pôle à l'élément; elle est proportionnelle à l'intensité du courant, à la quantité de magnétisme qui réside au pôle et au sinus de l'angle qui fait la direction de l'élément avec la droite qui le joint au pôle magnétique.

2°) **Action des aimants sur les courants.** — Un aimant fixe produit des effets analogues aux précédents sur les courants quand on les rend mobiles.

3°) **Action des courants sur les courants** (Electrodynamique). — Tous les mouvements produits par l'action d'un courant sur un autre courant s'expliquent au moyen des lois suivantes :

a) Loi des courants parallèles. — Deux courants parallèles et de même sens s'attirent ; deux courants parallèles et de sens contraire se repoussent.

b) Loi des courants angulaires. — Deux courants angulaires s'attirent quand ils s'approchent ou s'éloignent tous deux de leur point de croisement ; ils se repoussent, si l'on s'en rapproche, tandis que l'autre s'en éloigne.

c) Loi des courants sinueux. — Un courant sinueux produit le même effet qu'un courant rectiligne terminé aux mêmes extrémités.

4°) Action de la Terre sur les courants. — Tout se passe comme si la terre était traversée à l'équateur par un courant continu dirigé de l'est à l'ouest.

Partant de ces lois fondamentales, Ampère pouvait construire un **solénoïde** et montrer **l'assimilation des aimants aux solénoïdes.** Ainsi tous les phénomènes du magnétisme se trouvaient expliqués par des courants. Voilà l'hypothèse féconde dont nous sommes redevables au grand savant auquel nous avons consacré cette courte notice.

∴

Les **expériences de M. Ampère** furent l'objet, dès leur apparition, de critiques et bientôt après, d'une admiration universelle. Elles lui donnent une place hors de pair dans la phalange des savants bienfaiteurs de l'humanité. Au fond, ce grand homme était demeuré un philosophe Au déclin de sa vie, il revint aux études encyclopédiques qui avaient charmé son enfance et sa jeunesse. Il écrivit les considérations sur le système solide et le système nerveux des animaux articulés et il entreprit une classification des connaissances humaines sous le titre « **Essai sur la philosophie des sciences ou exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines** ». Il se proposait la vaste et célèbre question dont la solution avait été déjà tentée par Aristote, Platon, Leibnitz, Locke, d'Alembert, etc.

La mort ne lui laissa pas le temps d'achever son œuvre. Il partit de Paris très souffrant le 17 mai 1836 pour se rendre dans le midi dont le climat lui avait déjà une fois rendu la santé. Le 10 juin 1836, à cinq heures du matin, au collège de Marseille, succombant à de longues douleurs physiques et morales il « acheva de mourir, suivant la belle expression de Buffon, plutôt qu'il ne finit de vivre ».

Digitized by Google

Au sujet des Champs

par le Général CARTIER

Errata à l'article du Général Cartier « L'Ether de Maxwell ».

Radio-Electricité et Q S T de Juin 1930 - N° 75

Page 8. — 2e colonne *lire*

$$f'' = K'' \frac{q.il}{r^2} \quad (3)$$

au lieu de $f'' = K'' \frac{q''}{r^2}$ (3)

Page 9. — 2e colonne 1re ligne, *intercaler le mot* égale *entre* tesse *et* aux ¾

Page 10. — *La partie de la 1re colonne, après la 7e ligne jusqu'au commencement de l'alinéa du bas, doit être intercalée dans la 2e colonne, après les : qui terminent le 4e alinéa.*

Un *champ* correspond à un mouvement d'*énergie* c'est-à-dire à un déplacement de fluide matériel animé d'une certaine vitesse : il ne faut pas oublier en effet que l'énergie est un produit dont l'un des facteurs est une *masse* et l'autre facteur un *carré de vitesse*.

Les champs que nous connaissons et dont nous constatons journellement les manifestations sont :

Les champs de *fluide gravifique* qui produisent la *gravitation* ou la *pesanteur* suivant qu'on les considère autour des noyaux solaires ou des noyaux planétaires;

Les champs d'*éther* qui produisent les phénomènes *lumineux* ou *électriques;*

Les champs de *gaz* ou de *vapeur* étudiés dans la dynamique des fluides.

Si l'on considère l'un quelconque de ces champs, il se manifeste en chaque point et à chaque instant par une *pression* dont la *direction* est celle *du champ* et dont la grandeur par *unité de surface* est l'*intensité du champ:* l'ensemble de ces pressions constitue les *lignes de force du champ* et les points d'égale pression constituent les *surfaces de niveau.*

Il faut bien distinguer dans un champ, la *vitesse moyenne d'agitation cinétique* des molécules du fluide et la *vitesse de déplacement* du fluide. Si l'on appelle U la première et *u* la seconde, *d* étant la densité absolue du fluide, I l'intensité définie comme ci-dessus, on a

$$I = d\,u^2 f\left(\frac{u}{U}\right) \quad (1)$$

Dans cette formule $f\left(\frac{u}{U}\right)$ est une fonction numérique qu'on ne sait exprimer qu'approximativement.

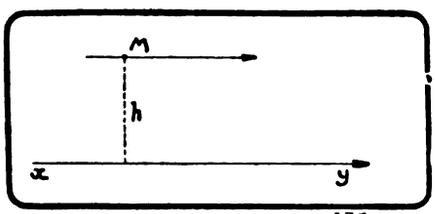


FIG. 1

Un corps, opaque au fluide, de section *s* et de masse *m*, placé dans un tel champ, serait donc soumis à une poussée

$$p = s\,d\,u^2 f\left(\frac{u}{U}\right) \quad (2)$$

qui tendrait à lui imprimer une accélération

$$\frac{dv}{dt} = \frac{s.d.u^2}{m} f\left(\frac{u}{U}\right) \quad (3)$$

Si le corps opaque en sphérique de rayon *r* et de densité D, on a

$$s = \pi r^2$$

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3 D$$

et

$$\frac{dv}{dt} = \frac{3\,d}{4\,r\,D} u^2 f\left(\frac{u}{U}\right) \quad (4)$$

Il n'y a pas de *champ électrique* [1] ni de *champ magnétique* puisqu'*il n'y a pas de fluide électrique ni de fluide magnétique.* C'est donc une erreur de faire allusion à ces fluides qui n'existent pas et les théories qui en font état manquent de base réelle.

Par contre, si dans un champ d'éther il y a des *électrons libres* ou des atomes avec *électrons planètes,* le champ agit sur ces électrons et le résultat de cette action est, dans le premier cas, un *phénomène électrique* et, dans le second cas, un *phénomène magnétique.*

L'électron n'est vraisemblablement pas un élément *simple et un,* absolument opaque par rapport à l'éther, mais il est certain qu'*il est partiellement opaque* et que l'éther agit sur lui comme lui-même agit sur l'éther: les phénomènes d'*induction* sont une manifestation directe de cette action réciproque.

Un champ d'éther de vitesse *u* exerce sur un électron immobile une poussée exprimée par une formule analogue à la formule (2) mais dans laquelle la section de l'électron *s* doit être affectée d'un coefficient inconnu dans l'état actuel de nos connaissances.

De même, un électron qui se déplace avec une vitesse *u* dans un éther immobile, éprouve une résistance exprimée par la formule (2) dans laquelle la surface *s* serait affectée du coefficient susvisé.

Ce mouvement relatif de l'éther et de l'électron correspond à une dépense d'énergie par seconde P_1 qui est fournie dans le premier cas par l'éther à l'électron, et dans le second cas par l'électron à l'éther.

[1] Sauf dans les conducteurs parcourus par un courant,

Digitized by Google

On a $P_1 = s\,d\,u^3\,f\left(\frac{u}{U}\right)$ (5)

Un champ d'éther peut conserver, en un même point, la même direction et la même intensité: il est *constant.*

Si la direction ou l'intensité ou les deux varient, le champ est *variable.*

Si la direction reste la même et que l'intensité et le sens varient, le champ est dit *alternatif.*

Il peut varier comme direction et intensité, ou encore varier seulement comme intensité: on dit dans ce dernier cas que, suivant sa direction, il est *croissant* ou *décroissant.*

Ainsi un courant continu constant produit dans le milieu ambiant un champ constant mais décroissant à partir du courant. Si le courant est rectiligne, la direction du champ est parallèle au courant et son sens est celui du courant (Fig. 1); son intensité en M à une distance h du courant est inversement proportionnelle à h^2. Cette intensité est proportionnelle au carré de la vitesse d'entraînement de l'éther (formule 1) et par conséquent au carré de la vitesse du courant.

Un courant circulaire (Fig. 2) produit un champ dont les lignes de force sont des circonférences ayant leur centre sur l'axe $x\,O\,y$. L'intensité est nulle sur cet axe; elle croît de là jusqu'au courant pour décroître ensuite indéfiniment.

C'est ce qui explique qu'un courant xy et un aimant NS ayant son axe suivant xy produisent deux champs différents dont les lignes de force, en tout point M du milieu, sont les unes parallèles à xy, les autres perpendiculaires au plan Mxy (fig. 3)

On appelle quelquefois *champ électrique*, le champ du courant xy, et *champ magnétique* ou *électromagnétique* celui de l'aimant NS et l'on dit que ces champs sont rectangulaires.

Comme on le voit, ces deux champs sont tout à fait indépendants l'un de l'autre. Ils sont rectangulaires parce qu'ils sont produits par des courants rectangulaires entre eux: courant xy et courants circulaires de NS perpendiculaires à xy.

Ils sont produits par le même fluide,

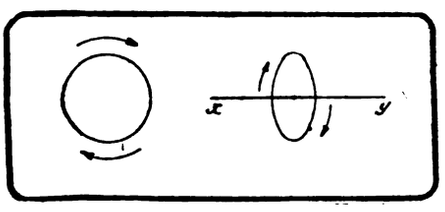


FIG. 2

l'éther, et ce fluide ne diffère des autres fluides connus que par l'extrême petitesse de ses molécules, leur très grande vitesse d'agitation cinétique et sa très faible densité. Point n'est besoin de lui attribuer une structure compliquée pour expliquer ses actions différentes sur un courant et sur une aiguille aimantée: un champ d'éther oriente un courant dans le sens de ses lignes de force; un champ décroissant oriente une aiguille aimantée perpendiculairement à ses lignes de force c'est-à-dire de manière que ses lignes de force soient tangentes à ses courants circulaires atomiques

Un courant variable produit un champ variable. Mais le phénomène est complexe car les variations de vitesse du courant produisent en outre des variations de section de ce courant: la pression parallèle à xy se compose donc en chaque point M (fig. 4) avec une pression transversale dirigée suivant Mz ou Mz', suivant que la vitesse du courant augmente ou diminue.

Cette pression transversale dépend évidemment de l'accélération $\frac{du}{dt}$ du cou-

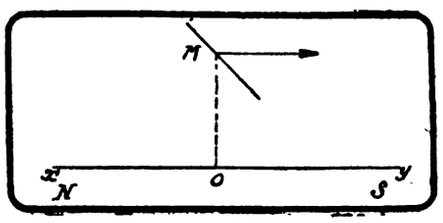


FIG. 3

rant. C'est ainsi que le courant alternatif qui parcourt l'antenne d'un poste émetteur, produit dans l'éther ambiant un champ variable qui, en chaque point du milieu ambiant et à chaque instant, est la résultante des actions des différents éléments de l'antenne: ce champ est donc essentiellement variable comme intensité et direction. Mais nous étudierons cette question dans un autre article.

Pour le moment, nous voulons surtout insister sur ce fait que l'action d'un champ est proportionnelle à une surface:

Quand il s'agit de champ d'éther, la surface à envisager est celle des électrons frappés par les molécules d'éther.

S'il s'agit de gravitation ou de pesanteur, la surface est celle des éléments matériels constitutifs (électrons?) frappés par le *fluide gravifique.*

C'est donc, *théoriquement au moins*, une erreur de faire intervenir la masse des électrons ou la masse d'un corps dans l'évaluation de l'intensité d'un champ d'éther ou d'un champ de gravitation.

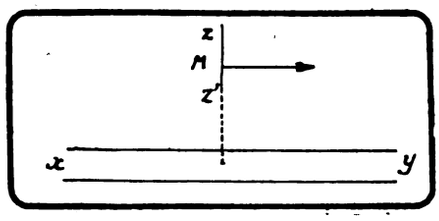


FIG. 4

En fait, le poids d'un corps *homogène* est proportionnel à son volume, comme le nombre des électrons qui le constituent: électrons libres, électrons planètes, électrons agglomérés dans les noyaux atomiques. Cela indique que le fluide gravifique frappe individuellement tous les électrons, que la surface s de la formule (2) est proportionnelle au nombre de ces électrons, tous semblables, et par suite à la masse du corps. Le fluide gravifique circule donc librement dans tous les intervalles internes des corps connus puisque, dans sa chute vers le noyau terrestre, il en frappe tous les éléments constitutifs.

En est-il de même de l'éther? Cela est possible. Pour ceux qui assimilent l'éther au fluide gravifique, la question ne se pose pas. Pour les autres, dont je suis, elle ne serait résolue que par des mesures d'une précision que nos moyens actuels ne permettent pas d'atteindre.

On sait que pour l'air et les gaz connus, il est bien établi que la pression est proportionnelle à la surface des corps qu'ils frappent.

Il en est de même du *fluide électronique* (mélange d'éther et d'électrons libres) qui constitue un courant électrique. Un courant électrique de densité d, de vitesse u et dont la vitesse moyenne cinétique électronique est U, exerce donc, dans le sens du courant, une pression par unité de surface donnée par la formule (1).

En outre, il exerce transversalement, sur le milieu ambiant, une pression cinétique égale par unité de surface à $\frac{1}{3}\,d\,U_q^2$

La pression réelle sur un corps interposé (solide, liquide ou gazeux), n'est sans doute pas égale à cette valeur et un coefficient variable avec la nature du corps serait nécessaire pour tenir compte du degré d'opacité du corps.

On écrit communément que « *dans le vide*, les corps tombent avec la même vitesse » et que « leur mouvement est uniformément accéléré ». Rien n'est plus discutable. En effet, *dans le vide absolu, les corps ne tomberaient pas:* ils resteraient immobiles ou continueraient leur course suivant un mouvement rectiligne et uni-

Digitized by Google

forme. Cela est évident. Mais le vide absolu n'existe vraisemblablement nulle part et en tout cas, il ne se rencontre pas dans le monde que nous pouvons explorer. Nous ne pouvons d'ailleurs le produire dans aucune enceinte, petite ou grande et nous savons que dans les tubes où le *vide relatif* est le plus poussé, il reste des traces de gaz avec les deux fluides universels, éther et fluide gravifique, qui traversent tous les corps connus. Il est possible que nous parvenions à enlever l'air d'une ampoule hermétiquement close; il est possible également que nous enlevions les électrons; dans l'état actuel de nos connaissances et de nos procédés, le seul vide que nous puissions envisager, c'est le vide d'air. Nous sommes impuissants à l'égard du fluide gravifique et de l'éther.

Or, c'est la pression du fluide gravifique qui pousse les corps vers le centre de la Terre; c'est un fait qui n'est plus discuté et l'on a enfin renoncé à invoquer cette attraction mystérieuse que la Terre exercerait sur les corps voisins. Cette pression est *vraisemblablement* inversement proportionnelle au carré de la distance au centre: je dis vraisemblablement car cela n'est vérifiable que dans la zone qui nous est accessible.

L'accélération imprimée par cette pression qui paraît s'exercer sur les éléments les plus petits de la surface ou de l'intérieur des corps, lui est à chaque instant proportionnelle.

D'autre part, l'éther oppose à la chute des corps une résistance qui est fonction de la vitesse de chute.

Si l'on appelle x la distance au temps t d'un corps qui tombe, au centre de la terre, on a

$$\frac{d^2x}{dt^2} = K\left|\frac{P_1}{X^2} - f\left(\frac{dx}{dt}\right)\right|$$

Si l'on admet, comme on le fait généralement, que $f\left(\frac{dx}{dt}\right)$ est de la forme $K\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ l'équation ci-dessus s'écrit

$$\frac{d^2x}{dt^2} = K\frac{P_1}{X^2} - K^1\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$$

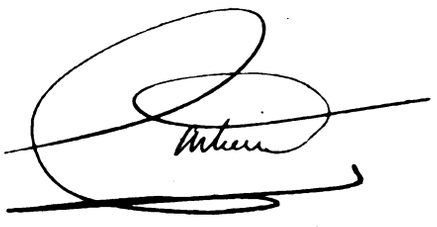
Le mouvement de chute n'est donc pas uniformément accéléré.

Il ne le serait que si la résistance de l'éther était négligeable et sur de courts trajets où la variation de x serait aussi négligeable: ces conditions ne sont jamais rigoureusement remplies.

J'ai souvent déploré le manque de précision de certaines expressions couramment employées par certains savants. C'est ainsi que le mot *vide* ne désigne pas le vide absolu comme on pourrait le croire, mais le vide relatif, que nous savons produire. Il doit donc être entendu qu'un espace dit vide est un espace plein d'éther, sans gaz ni vapeurs. *Emile Meyerson* écrit que « l'éther n'est qu'un prête-nom du vide ». Pour *Nernst*, « l'hypothèse de l'éther n'est que la théorie du vide ». Ces deux savants ne contestent pas l'existence de l'éther: ils l'appellent le vide, ce qui est une façon un peu vague de le définir.

Mais on ne saurait nier l'existence d'un fluide qui produit des champs dont nous pouvons constater et mesurer l'action sur les électrons qui y sont immergés. J'ai d'ailleurs donné la valeur approximative de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther et indiqué l'ordre de grandeur de la masse moléculaire et de la densité absolue de ce fluide.

Dans ces conditions, comment expliquer cette boutade de *Maurice Schlick* qui écrit que « l'existence de l'éther n'est nulle part constatable et que ce fluide n'existe aucunement comme substance dans le sens traditionnel du terme ». Que pourrait bien être un fluide qui produit des effets matériels si non un fluide matériel dans le sens traditionnel ?



Digitized by Google

TÉLÉVISION

LA TRANSMISSION DES IMAGES A DISTANCE

par J.-P. DELATOUR

Une visite aux Établ. Edouard BELIN à Rueil-Malmaison

Le problème de la Téléautographie et de la Téléphotographie

LE BELINOGRAPHE

L'Évolution du matériel téléphotographique ;
Les transmissions téléautographique et téléphotographique ;
Résultats obtenus.

L'importance de la télémécanique et de la transmission des images à distance est telle qu'il a semblé indispensable à la Rédaction de Q. S. T. de demander à un technicien de faire le point sur la question en exposant la situation de la télévision en France, en particulier les travaux de la maison Belin.

DANS un des sites les plus agréables de la banlieue parisienne, un groupe de bâtiments : vastes, clairs, nets, rationnellement disposés, l'air et la lumière entrant librement ; tels se présentent aux yeux du visiteur, les établissements Edouard Belin à Rueil Malmaison.

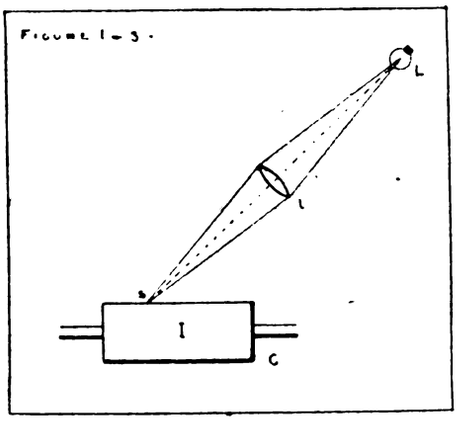
Sitôt le seuil franchi, on ne sait ce qu'il faut louer le plus : l'affabilité de l'accueil de M. H. Edouard Belin ou l'inlassable complaisance du Commandant Mesny qui veut bien nous guider lui-même dans les différents services.

Belin — Mesny — deux figures, deux grands noms qui se passent de toute présentation.

Avant d'examiner en détail les différents types d'appareils de transmission téléautographique et téléphotographique, il parait utile de rappeler en quelques mots le principe de ce procédé particulier de transmission.

Le problème posé consiste dans la transmission à distance et par voie électrique, avec ou sans fil conducteur (celui-ci étant dans ce dernier cas remplacé par une onde porteuse), d'un texte ou d'une image, photographie, dessin, etc...

La transmission de l'ensemble du texte ou de l'image ne pouvant s'effectuer



instantanément, on est conduit à envisager la décomposition de ce texte ou de cette image en un nombre considérable de zones extrêmement petites à explorer successivement et la transmission par voie électrique de chacune de ces zones ou plus exactement de chacun de ces points (le mot « point » n'est toutefois pas pris ici dans son sens géométrique absolu).

A la réception, le phénomène inverse devra être produit de façon à reconstituer l'assemblage des points reçus dans un ordre identique à l'ordre adopté à l'émission pour l'exploration de l'image.

Le problème se scinde donc en trois parties distinctes :

Traduction électrique de l'image, ou plus exactement traduction successive d'éléments extrêmement réduits de l'image, à l'émission.

Reconstitution photographique à la réception.

Pour cela : nécessité de mise en syncronisme de 2 dispositifs.

EMISSION

Pour répondre aux conditions précédentes, l'appareil d'émission devra comprendre deux parties distinctes :

Un dispositif d'exploration de l'image à transmettre ;

Un dispositif de traduction électrique des différents éléments explorés de cette image.

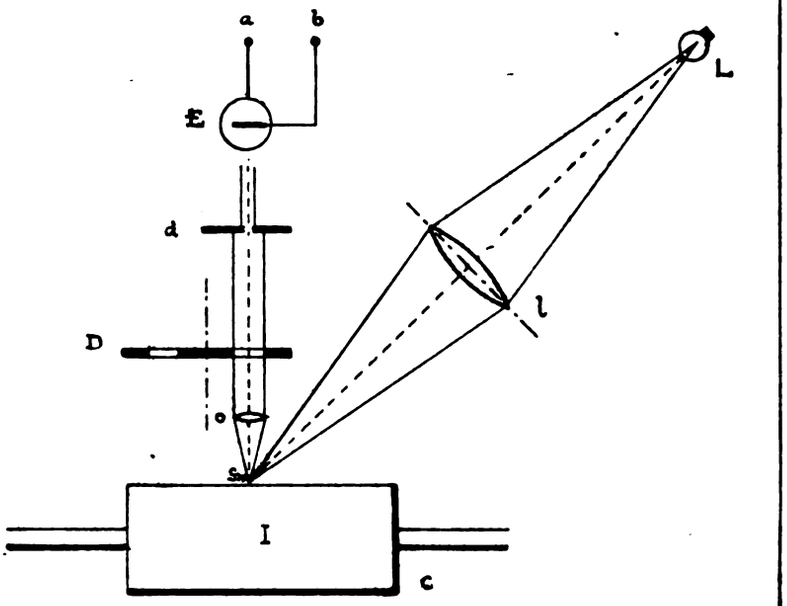
Exploration. — L'exploration de l'image est réalisée de la façon suivante (voir figure 1).

L'image à transmettre (I) est placée sur un cylindre (C) animé d'un mouvement hélicoïdal, obtenu par la rotation d'un cylindre, combinée avec son déplacement longitudinal.

Si un « spot » lumineux *(s)* est produit sur le cylindre par le moyen d'une

Digitized by Google

Figure 2 —



La réalisation pratique du dispositif est la suivante (voir fig. 2).

Un « spot » lumineux (S) est produit sur l'image à transmettre (T) et, comme il a été dit précédemment, explore l'image en traçant sur elle une hélice dont les caractéristiques sont définies par les conditions d'entraînement du cylindre (C) sur lequel l'image est placée.

A chaque instant la zone de l'image explorée par la tache lumineuse réfléchit la lumière reçue. Celle-ci est alors renvoyée sur la cellule photoélectrique (E) par l'intermédiaire de l'objectif *(o)*.

Un système constitué par un diaphragme lumineux fixe *(d)* définit la portion de lumière agissant sur la cellule. (Le rôle du « disque rupteur de lumière » (D) indiqué sur la figure est exposé plus loin).

La zône explorée a un diamètre de l'ordre de 2/10 de millimètre, ce qui correspond à la décomposition d'un centimètre carré en plus de 3.000 zones élémentaires.

Pratiquement, l'exploration du document à transmettre se fait à raison d'environ 3.600 points d'exploration par centimètre carré.

⁂

source lumineuse (L) et d'une lentille *(l)*, ce spot décrira à la surface de l'image — du fait du mouvement hélicoïdal de celle-ci — une hélice de pas déterminé et fonction des conditions d'entraînement du cylindre.

Traduction. — Le dispositif de traduction électrique est constitué essentiellement par une « cellule photoélectrique ».

Dans son principe, la *cellule protoélectrique*, employée — sur les conditions de réalisation et de fonctionnement de laquelle nous ne nous étendrons pas, ce qui sortirait du cadre de cette étude — comprend une ampoule renfermant une anode constituée par un fil de tungstène et une cathode constituée par un dépôt d'hydrure de potassium situé sur une portion de la surface interne de l'ampoule.

L'ampoule vide d'air, est remplie d'un gaz rare à faible pression, pratiquement de l'argon pur.

Placée dans un circuit électrique approprié, une cellule photoélectrique permet d'obtenir dans ce circuit, des variations de courant qui sont fonction de l'intensité lumineuse appliquée à la cellule.

En définitive, l'intensité du courant électrique parcourant le circuit est donc fonction de l'intensité d'éclairement du dépôt d'hydrure de potassium formant la cathode de la « cellule ».

On voit donc dès à présent qu'une cellule photoélectrique peut être considérée comme un appareil susceptible de transformer des variations d'énergie lumineuse en variations d'énergie électrique.

Si les variations d'énergie lumineuse transmises à la cellule sont elles-mêmes fonction de la nature des zones successives de l'image explorée : noirs, blancs ou demi-teintes, les variations de l'intensité du courant électrique dans le circuit ou se trouve placée la cellule, seront donc en définitive fonction de la nature de ces zones.

Amplification. — Les variations de courant électrique produites par la cellule sont extrêmement faibles — de l'ordre du micro-ampère environ.

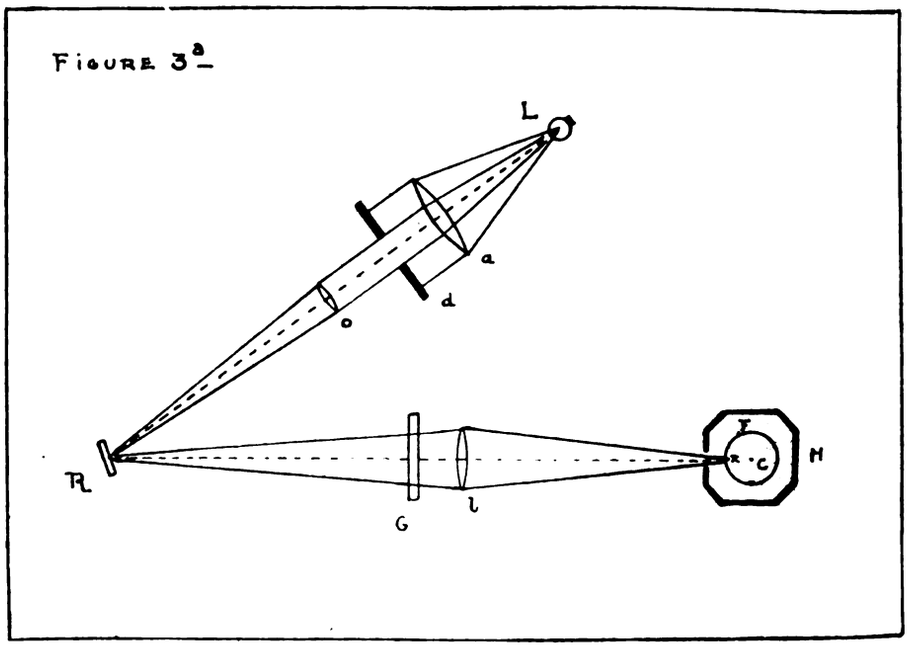
Il est donc nécessaire pour les utiliser, de les amplifier considérablement.

On utilise à cet effet un amplificateur à lampes triodes et à transformateur.

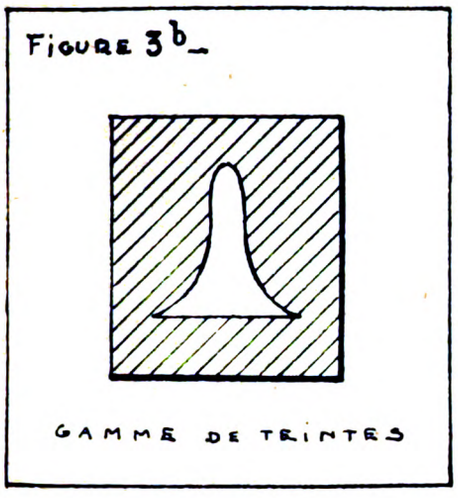
Ce dispositif d'amplification, simple et puissant, suppose des courants à amplifier variables à une certaine fréquence.

On produit ces courants par rupture à fréquence de l'ordre de 800 à 1.200 pé-

Figure 3a



Digitized by Google



riodes par seconde du faisceau lumineux impressionnant la cellule.

Cette rupture est réalisée par le moyen d'une roue dentée mobile « disques rupteurs de lumière » (marqué (D) sur la figure 2).

La modulation provoquée par les variations d'intensité du pinceau lumineux frappant la cellule photoélectrique après réflexion sur l'image à transmettre, se superpose donc à cette interruption à fréquence constante du courant.

RECEPTION

Le dispositif récepteur doit permettre la reconstitution du document en partant du courant électrique modulé, reçu de l'émetteur et dont la modulation est, nous l'avons vu, fonction de la nature des zones successivement explorées de l'image à transmettre.

Le principe du récepteur, (inverse du principe mis en jeu à l'émission), sera le suivant :

1° Transformation des variations d'intensité électriques reçues en variations d'intensité lumineuse ;

2° Enregistrement et fixation de ces variations d'intensité lumineuse par procédé photographique, sur papier ou sur film, en vue de la reproduction de l'image primitive.

La réalisation pratique du dispositif est la suivante (voir figure 3*a*).

Un dispositif lumineux constitué par une source (lampe L), un condensateur *a*, un diaphragme *d*, et un objectif *o*, produit un « spot » sur le miroir R d'un oscillographe.

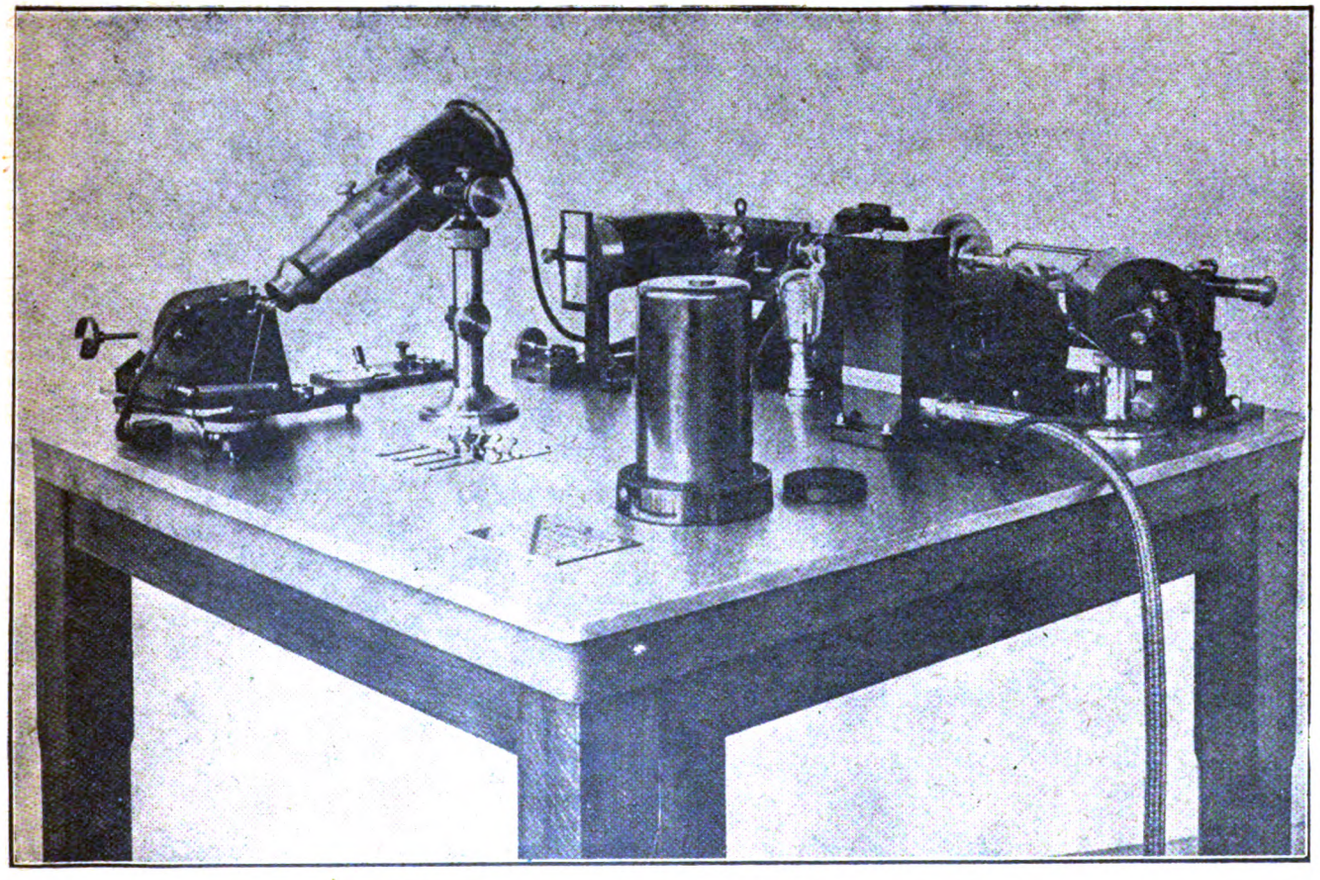
On sait que la position du miroir calé sur l'équipage mobile de l'oscillographe est fonction de l'intensité du courant reçu par celui-ci.

Si donc, on envoie dans l'oscillographe, après amplification et redressement, le courant modulé reçu du poste émetteur, les diverses positions prises par le miroir, donc les conditions successives de réflexion du « spot » produit sur celui-ci, seront fonction du courant issu de l'émetteur.

Avant d'impressionner le papier ou la pellicule photographique F par l'intermédiaire de la lentille aplanétique *l*, le spot est réfléchi sur un appareil particulier appelé « gamme de teintes » ou traducteur de teintes G.

Ce traducteur de teintes est constitué par un écran découpé, ainsi que l'indique la figure 3 *b*.

On voit que lorsque le spot sera réfléchi par le miroir de l'oscillographe sur la partie inférieure de l'ouverture de l'écran constituant la gamme de teintes, toute la lumière issue du spot sera transmise au dispositif photographique par l'intermédiaire de la lentille convergente *l*.



(Communiqué par les Etablissements Ed. BELIN).

Figure 4

L'APPAREIL BELINOGRAPHE MIXTE — EMETTEUR-RÉCEPTEUR

On remarque : à gauche de la photographie : l'oscillographe sur lequel est braquée la source lumineuse ; à droite du pivot vertical de celle-ci : le récepteur enregistreur. A droite de la photographie : l'ensemble d'émission.

Digitized by Google

On aura donc en X sur le papier ou la pellicule photographique une tache lumineuse d'intensité maximum.

Au contraire si le rayon lumineux réfléchi par le miroir de l oscillographe se déplace de bas en haut sur la gamme de teintes, on voit que celle-ci laissera passer de moins en moins de lumière.

On aura donc une variation correspondante de l'intensité de la tache lumineuse produite en X.

Le déplacement du miroir de l'oscillographe sous l'influence des courants reçus du poste émetteur est réglé de façon telle que la réflexion du spot sur la partie inférieure de la gamme de teintes corresponde à un blanc de l'image transmise et la réflexion sur la partie supérieure à un noir, les positions intermédiaires donnant les demi-teintes.

On conçoit donc que l'image initiale pourra être fidèlement reproduite.

Par ailleurs, l'inversion de la position de la gamme de teintes permet la réception en négatif.

Il faut évidemment que le mouvement de rotation du cylindre *c* placé à l'intérieur de la chambre noire N et sur lequel est fixé le papier ou la pellicule photographique F soit en synchronisme parfait avec le mouvement du cylindre support d'image au poste d'émission.

Différents procédés de réglage du synchronisme ont été successivement employés.

Nous ne décrirons que le dernier mis au point par les Etablissements Ed. Belin.

⁂

REGLAGE DU SYNCHRONISME

Dispositifs d'entraînement. — Les dispositifs d'entraînement du cylindre support d'images à l'émission et du cylindre support du papier photographique à la réception, sont contrôlés par un « diapason » entretenu électriquement, qui, en maintient la vitesse constante.

Les diapasons actuellement employés à cet effet, ont une fréquence de vibration propre de l'ordre de 600 périodes. Les variations éventuelles de fréquence pouvant être dues aux perturbations locales sont donc très faibles par rapport à la fréquence du diapason.

Le moteur à courant continu entraînant le cylindre de l'émetteur ou du récepteur est monté sur le même arbre qu'un petit alternateur dans lequel est

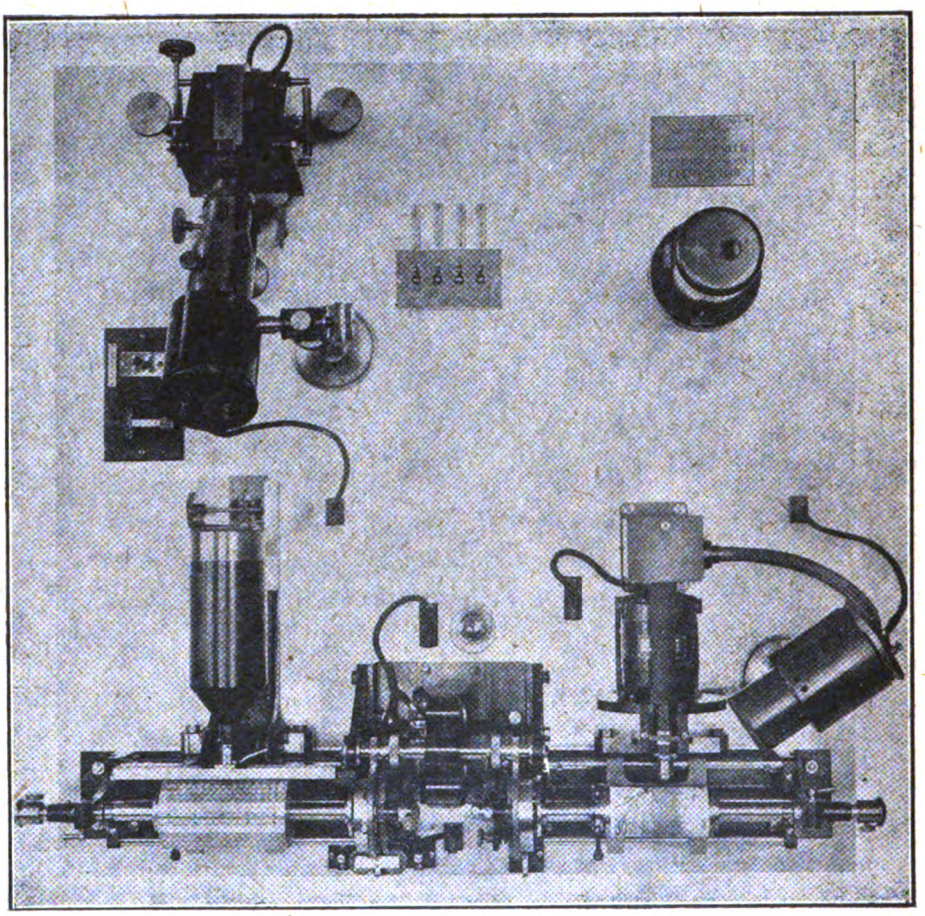


Figure 5

L'APPAREIL BELINOGRAPHE MIXTE — EMETTEUR-RÉCEPTEUR

(Vue en plan)

Récepteur à gauche. — On remarque en bas à gauche l'oscillographe et sa source lumineuse. — En haut, à gauche : le dispositif enregistreur.

Emetteur à droite. — On remarque : le cylindre porte-images et tout à fait à droite : la source lumineuse ; devant le cylindre : l'objectif, le moteur d'entrainement du disque rupteur de lumière et le boitier de la cellule photoélectrique.

Au milieu : Entre les cylindres d'émission et de réception, la « roue phonique » d'entraînement de ces cylindres.

« Cette roue phonique a été remplacée dans les nouveaux appareils par le dispositif « moteur courant continu - alternateur de régulation », décrit dans le texte ».

Digitized by Google

envoyé, après amplification, le courant à fréquence constante issu du diapason.

Suivant que la vitesse du moteur d'entraînement, donc aussi de l'alternateur, augmente ou diminue, le courant ainsi envoyé dans l'alternateur a pour effet de freiner ou d'accélérer le système et d'en maintenir ainsi la vitesse constante (vitesse correspondant au régime de 600 périodes).

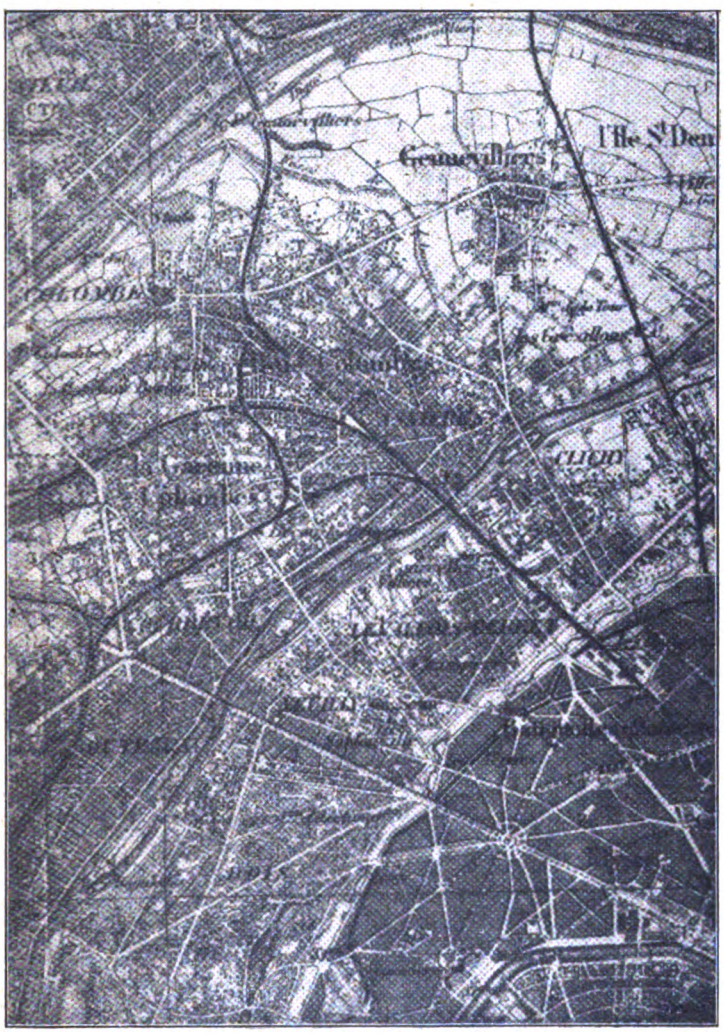
Diapasons. — Les deux diapasons placés l'un au poste émetteur, l'autre au poste récepteur, sont semblables. Il paraît donc possible d'admettre *a priori* que le synchronisme est automatiquement obtenu.

Toutefois, il faut tenir compte des légères variations qui peuvent affecter les conditions de fonctionnement des diapasons et il faut pouvoir les corriger.

Ces variations sont approximativement de l'ordre de 1/10.000 de la fréquence par degré centigrade pour les diapasons en acier ordinaire et sont réduites à 1/300.000 pour certains aciers spéciaux.

Elles sont d'environ 1/100.000 pour les diapasons en « Elinvar » employés.

La précision nécessaire dans le cas particulier est de 1/130.000 et correspond à une pente de 1 ‰ pour un trait occupant toute la largeur du cliché reçu (13 centimètres).



(Communiqué par les Etablissements Ed. BELIN).

Fig. 6.

Réglage du synchronisme. — Pour agir sur la période de vibration du diapason du récepteur et le mettre ainsi en synchronisme avec le diapason de l'émetteur, on place entre les deux branches du diapason du poste récepteur un petit enroulement à noyau de fer doux, dans lequel est envoyé un courant dont l'intensité peut être modifiée au moyen d'une résistance réglable.

A toute variation du courant dans l'enroulement, correspond une modification d'inductance et par conséquent une modification des conditions de vibration du diapason entre les branches duquel le dispositif est placé.

RÉSUMÉ. — Les connexions étant conformes aux instructions de la Notice, les lampes du redresseur allumées et le mouvement remonté à fond, procéder comme suit :

1° Mettre en place un papier.

2° Pousser le chariot à fond de course à droite, placer l'aiguille sur le papier et abaisser la gâchette.

3° Immédiatement après les 3 V du poste émetteur, mettre en route le mouvement d'horlogerie.

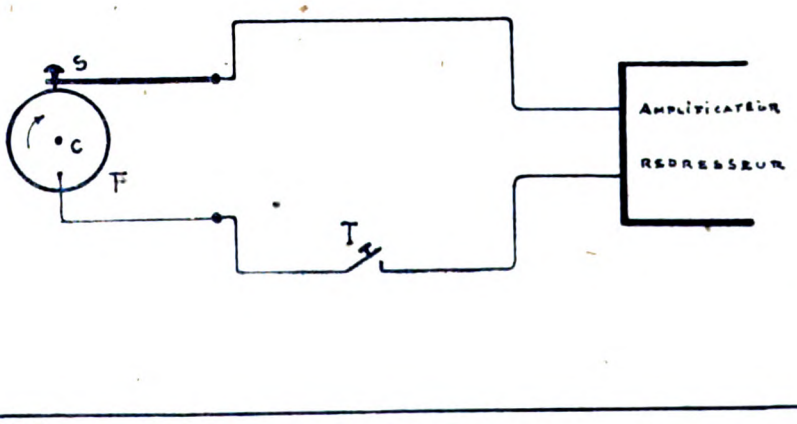
4° Si le cylindre tourne continuellement, diminuer l'intensité de réception en

FIG. 7

Le réglage du synchronisme entre les deux diapasons se fait très simplement et d'une façon extrêmement rapide, dans un temps de l'ordre de quelques secondes, par procédé stroboscopique.

Principe. — Une partie du courant amplifié issu du diapason du poste d'émission allume à sa fréquence (600 pé-

FIGURE 8 —



Digitized by Google

riodes) une lampe au néon placée au poste de réception.

L'allumage périodique de cette lampe est observé au travers d'un cylindre percé de trous, calé sur l'arbre du moteur entraînant le cylindre de réception, déjà synchronisé lui-même sur le diapason local.

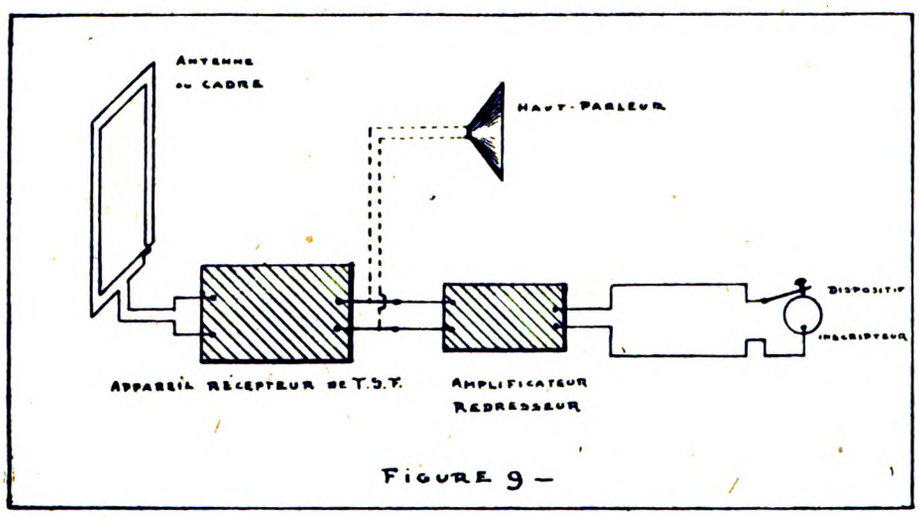


FIGURE 9 —

On agit donc sur le rhéostat permettant de faire varier le courant qui parcourt l'enroulement auxiliaire placé entre les branches du diapason local, jusqu'à ce que l'image de la lampe au néon apparaisse immobile au travers des ouvertures du cylindre.

La mise en synchronisme est alors réalisée.

Mise en page. — L'image à transmettre d'une part, le papier photographique récepteur d'autre part, sont fixés sur leur cylindre respectif d'entraînement par une barette placée suivant l'une des génératrices du cylindre.

Il importe donc que les deux barrettes passent au même instant: respectivement devant l'objectif *o* à l'émission (voir figure 2) et devant la lentille aplanétique *l* à la réception (voir figure 3).

A cet effet, un « top » est envoyé automatiquement par l'émetteur lors du passage de la barrette devant l'objectif.

Le cylindre du récepteur étant en position d'arrêt avec sa barrette en face de la lentille aplanétique, — il suffit que par un système de relais et d'embrayage, la réception du « top » envoyé par le poste d'émission commande le déclanchement du mouvement du cylindré pour que la « mise en page » soit automatiquement assurée.

LA TRANSMISSION
LES RESULTATS OBTENUS

Les appareils de transmission et de réception téléautographique et téléphotographique décrits ci-dessus peuvent utiliser comme organisme transporteur d'énergie modulée, soit un fil ou câble téléphonique soit l'onde porteuse fournie par un poste émetteur radiotélégraphique.

Les résultats obtenus du point de vue de la finesse de reproduction sont absolument remarquables sous réserve évidemment de la qualité de l'organisme de liaison entre les appareils émetteur et récepteur.

Les deux épreuves (figures 6 et 7) résultats de transmissions en local entre deux appareils: émetteur et récepteur, montrent les possibilités que permet le matériel.

LA TELEPHOTOGRAPHIE D'AMATEUR

Le matériel récepteur décrit ci-dessus, quoique d'un maniement simple et d'une exploitation relativement facile, serait évidemment trop délicat et trop encombrant pour que son emploi puisse être envisagé par l'amateur au même titre que l'emploi d'un poste récepteur radiophonique.

L'usager amateur doit en effet être affranchi de toutes les manipulations délicates telles que : réglage du synchronisme, manipulations photographiques, etc.

FIG. 10

Digitized by Google

A cet effet, l'appareil Belinographe récepteur, a été conçu d'après les principes suivants :

L'enregistrement photographique comportant oscillographe, source lumineuse auxiliaire, gamme de teintes, lentille aplanétique, papier sensible, est remplacé par un dispositif d'enregistrement électrochimique (voir figure 8).

Le courant modulé reçu de l'émetteur est, après amplification et redressement, envoyé dans un circuit comprenant un cylindre métallique C animé d'un mouvement de rotation et sur lequel est placé un papier F recouvert d'une solution électrolytique.

Sur ce papier appuie légèrement un style d'acier S.

On conçoit que si l'on ferme l'interrupteur I, le circuit est parcouru par un courant passant par le style, le papier enduit de la solution électrolytique conductrice et le cylindre.

Le passage du courant entraîne une décomposition de la solution enduisant le papier et laisse donc une trace sur celui-ci.

La réaction chimique ainsi produite et la teinte plus ou moins foncée de la trace qui en résulte, sont donc fonction de l'intensité du courant reçu.

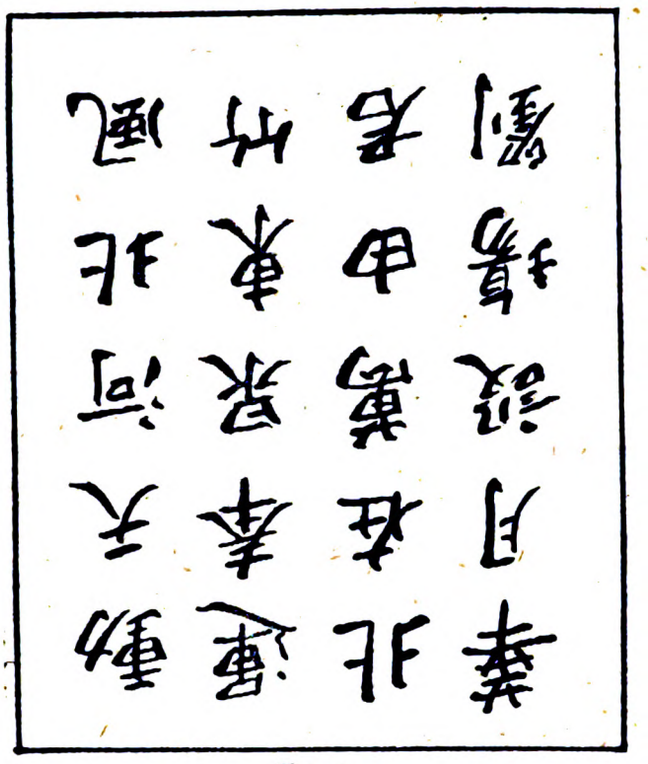


FIG. 12

Le montage de cet appareil, normalement conjugué avec un récepteur ordinaire de T.S.F. est indiqué par la figure 9.

Obtention du synchronisme. — L'usager a été dégagé aussi du souci du réglage du synchronisme entre les deux cylindres de l'émetteur et du récepteur.

Dans ce but, on a appliqué dans ce cas particulier le principe de la « remise à l'heure » des pendules commandées électriquement :

1° Le cylindre du récepteur est automatiquement arrêté à chaque tour, lorsque la barrette de fixation de papier passe devant le style inscripteur ;

2° Un « top » est émis par l'émetteur chaque fois que la barrette du cylindre sur lequel est fixée l'image à transmettre passe devant l'objectif du système optique ;

3° La réception de ce « top » agit sur un relais qui commande ainsi à chaque tour la mise en mouvement du cylindre du récepteur ;

4° Un synchronisme suffisant est ainsi automatiquement assuré.

FIG. 11

RESULTATS OBTENUS

La finesse d'enregistrement obtenue est évidemment inférrieure à celle permise par le procédé photographique mis en œuvre dans l'appareillage professionnel précédemment décrit.

Les résultats peuvent toutefois être excellents, ainsi que le montrent les figures 10 et 11, résultats de transmission en local entre deux appareils : émetteur et récepteur.

Digitized by Google

L'EXPLOITATION DES SERVICES TELEAUTOGRAPHIQUE ET TELEPHOTOGRAPHIQUE

Les transmissions téléautographique et téléphotographique sont maintenant, et depuis plusieurs années, entrées dans le domaine de la pratique.

Des liaisons assurées par l'Administration des P.T.T. existent entre plusieurs grandes villes de France, liaisons dont l'exploitation pourra prendre un caractère beaucoup plus industriel lors de la mise en service prochaine des grands câbles téléphoniques en cours d'établissement.

A l'étranger : un déseau important existe en Angleterre pour le service de presse.

Enfin, en Chine, pays faisant usage de caractères idéographiques (voir figure 12) le procédé de transmission téléautographique, présentait un intérêt particulier.

Un réseau équipé avec appareils *Belinographes* permet déjà des liaisons entre plusieurs centres particulièrement importants de la Chine du Nord et se développe progressivement.

En dernier lieu, il convient de signaler une application extrêmement intéressante du procédé téléphotographique pour la transmission des renseignements météorologiques.

Ce procédé permet en effet l'envoi rapide de « cartes spéciales » pouvant dans certains cas remplacer un long communiqué télégraphique.

Les figures 13 et 14 donnent un exemple de ces cartes météorologiques : émissions effectuées par l'intermédiaire de la Station de la Tour Eiffel, à partir de l'Office National Météorologique où se trouve installé l'appareil Belinographe émetteur.

La figure 14 représente une épreuve reçue par T.S.F. dans le centre de la France.

On remarque que les quelques perturbations apportées par les parasites atmosphériques ne compromettent pas l'intelligibilité du document.

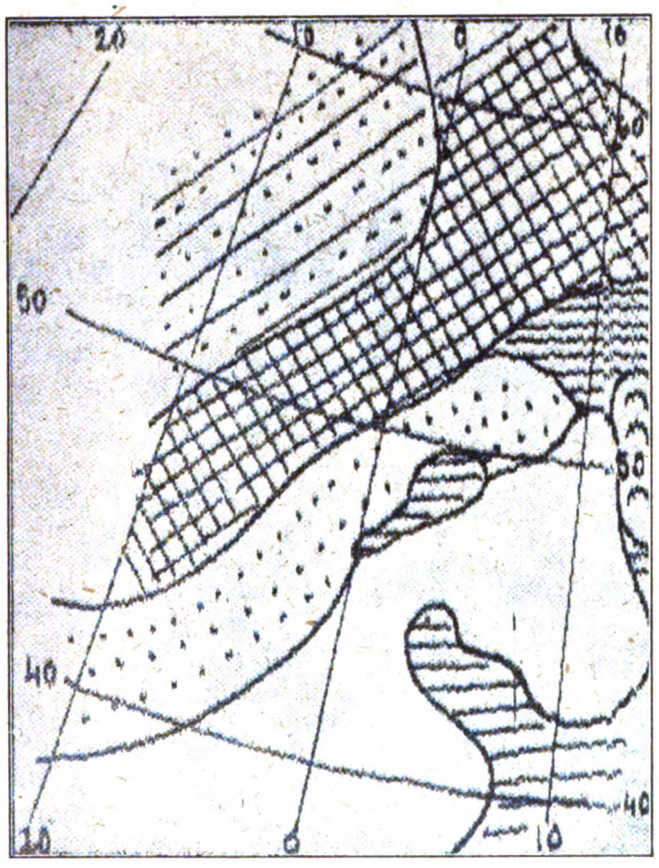


FIG. 13

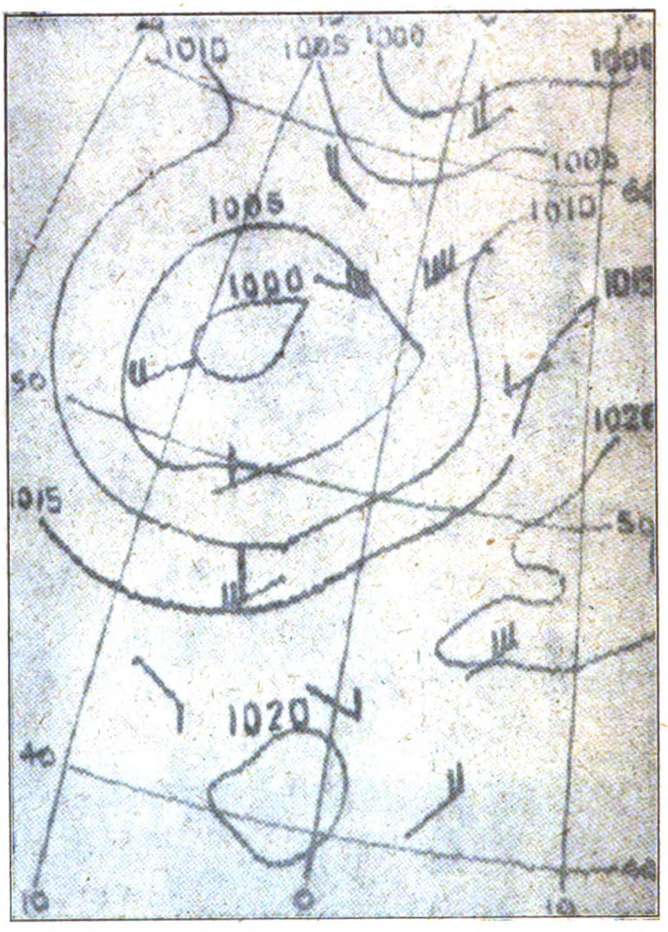


FIG. 14

⁂

CONCLUSION

Les procédés de transmission téléphotographique faisant l'objet de la présente étude sont entrés maintenant dans le domaine de la pratique professionnelle et tendent à pénétrer dans celui de la pratique de l'amateur.

Les résultats remarquables obtenus honorent les techniciens français auxquels ils sont dus et justifient les plus grands espoirs pour la solution future de l'important problème de la Télévision.

Digitized by Google

A TRAVERS LA SCIENCE

ÉLECTRICITÉ

Sur les propriétés des gaz ionisés dans les champs électromagnétiques de haute fréquence. — Note de M. C. Gutton. (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 14, page 844.)

Tout ce qui touche à la propagation des ondes doit être noté avec soin, car nous sommes encore bien loin de posséder une théorie complète, ou même une théorie incomplète mais consistante de cette propagation. Une des raisons qui limite actuellement notre connaissance est l'impossibilité de faire des observations dans toutes les couches de l'atmosphère, siège du phénomène, aussi sommes-nous réduits à travailler sur des « modèles » et bien souvent nous devons nous contenter de faire des expériences relatives à des particuliers.

Il n'est pas moins vrai que les conclusions ainsi acquises valent par elles-mêmes, et nous renseignent sur ce qui se passe dans la couche d'Heaviside à 100 ou 200 kilomètres au-dessus de notre tête. La note de M. C. Gutton en est un exemple.

« En vue d'étudier, dit-il les propriétés des gaz ionisés dans le champ de haute fréquence, H. Gutton dispose entre deux petites plaques de cuivre un tube de verre dont l'axe est parallèle aux plans des plaques. La pression du gaz dans le tube est de quelques dixièmes de millimètre. Ce gaz est ionisé par le passage de décharges. En mesurant l'intensité du courant qui passe entre deux fils de platine scellés dans la paroi du tube et reliés à deux éléments d'accumulateurs, on détermine la conductibilité du gaz.

« H. Gutton établit entre les plaques un champ de haute fréquence et observe la variation de capacité du condensateur formé par ces plaques, lorsqu'on ionise le gaz. En augmentant l'ionisation, on observe une brusque variation de la capacité. La constante diélectrique, pour une ionisation d'autant plus intense que la fréquence du champ est plus élevée, passe d'une valeur très inférieure à une valeur très supérieure à l'unité. H. Gutton, à la suite de ces expériences et observations relatives à l'action d'un champ magnétique, conclut à l'existence d'une période d'oscillation des électrons du gaz ionisé et de phénomènes de résonance lorsque la fréquence du champ coïncide avec celle des oscillations électroniques. »

M. C. Gutton, dans sa note, montre que les conclusions auxquelles était arrivé H. Gutton, sont encore valables, malgré les explications du phénomène fournies par Pedersen s'appuyant sur les théories d'Eccles.

Pedersen, en effet, ne faisait nullement intervenir la résonance électronique pour expliquer le phénomène. « Il assimile l'ensemble du tube à gaz ionisé et des deux plaques à deux condensateurs en série, l'un est dans le gaz ionisé, l'autre dans l'air atmosphérique. Le premier étant assimilable à une inductance, le système est en résonance électrique pour une ionisation d'autant plus intense que la capacité du second est plus grande. Dans cette hypothèse, c'est cette résonance que l'on observe, elle doit d'abord dépendre dans de larges limites de la distance des plaques au tube et ne correspond pas à une période des électrons du gaz. »

M. C. Gutton, reprenant les observations et expériences de H. Gutton, s'est d'abord attaché à montrer que la distance des plaques au tube n'a aucune influence; il a travaillé sur des ondes de 26 cm. et a fait varier la distance des plaques à la paroi du tube de 2 à 12 m/m, et il arrive à cette conclusion:

La résonance « reste indépendante des dimensions de l'appareil et est bien due à une période d'oscillation des électrons du gaz ».

Puis, il a entrepris une nouvelle série d'expériences, qui permettent de mettre en évidence d'une façon plus directe cette résonance.

Pour cela, après avoir supprimé les plaques du tube, il installe dans le voisinage de celui-ci un oscillateur à lampes, en prenant soin que la direction de la force électrique qu'il produit soit parallèle à l'axe du tube. Il mesure la conductibilité c_0 du gaz faiblement ionisé, l'oscillateur étant au repos puis la conductibilité c l'oscillateur étant en marche; il fait varier c_0 et « pour une valeur bien définie de c_0 les oscillations provoquent une brusque augmentation de conductibilité et de luminosité du tube. »

Il donne comme explication du phénomène la raison de résonance que voici: « lorsque l'ionisation croissant la période des oscillations électroniques approche de la période de résonance l'amplitude de ces oscillations devient plus grande il en résulte une augmentation d'ionisation qui approche à nouveau de la résonance. C'est seulement lorsque cette dernière est atteinte qu'un régime stable peut s'établir ».

Il indique deux autres manières de procéder à des expériences qui font ressortir la résonance électronique.

Et il conclut en confirmant les expériences, conclusions et hypothèses de H. Gutton.

ELECTRICITE ATMOSPHERIQUE. *La conception de Stephen Gray sur l'identité de la forme et des étincelles des machines électriques.* — Note de M. E. Mathion (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 14, page 847.)

L'auteur a établi sur ce sujet une note d'une clarté remarquable, et nous n'avons qu'à suivre l'ordre que lui-même a fixé dans son exposition.

1.— Stephen Gray est celui qui a suggéré que l'étincelle d'une machine d'induction et la foudre étaient deux phénomènes identiques, les manifestations sensibles à nos sens concordent en effet et cette hypothèse a été jusqu'ici admise.

Elle ne semble pas tenir quand on va au détail des faits.

2.— Le professeur B. Walter du Staatsinstitut de Hamburg a étudié l'étincelle de la décharge d'une bobine d'induction, en faisant éclater cette étincelle entre deux fils de laiton verticaux distants de 8 m/m, et en les photographiant sur une plaque sensible mobile.

« Les photographies de l'étincelle montrent que: *l'étincelle qui apparaît n'est définitive en aucune façon après un seul coup: au contraire, son chemin est frappé par plusieurs prédécharges se suivant l'une après l'autre d'une façon saccadée, et, de choc en choc, toujours plus longues.*

« Les prédécharges (ou décharges préliminaires: *Vorentladugen)* partent simultanément des pôles + et — de l'étincelle ; sur les photographies, on compte le même nombre de décharges de chaque sorte en haut et en bas, les distances dans le temps entre elles et la *décharge principale* (la première passant du pôle + au pôle — :*Hauptentladung)* en haut et en bas, sont partout les mêmes...

... ...

En un mot, *l'étincelle d'induction est formée de deux décharges d'aigrettes allant en sens contraire l'une de l'autre avec des vitesses différentes.* On ne peut donc pas parler de sens dans le cas de l'étincelle d'induction. »

3.— Par un procédé photographique analogue, au moyen d'une chambre fixe ou d'une chambre mobile, le professeur

Digitized by Google

B. Walter a étudié l'étincelle de décharge atmosphérique, l'éclair.

Il a trouvé, dans ce cas, « le phénomène des *prédécharges* et de la *décharge principale*, mais *les prédécharges partent toujours et uniquement du pôle positif.*

Ainsi, dans la décharge de l'éclair, contrairement à celle de l'étincelle d'induction, il y a un sens, l'éclair, comme le Dr G. Simpson, l'a montré par la suite, ne transportent jamais que de l'électricité positive. »

4.— Nous ne retiendrons les comparaisons relatives aux animaux que sous réserve, mais nous sommes pleinement de l'avis de l'auteur lorsqu'il prétend que la conception de Stephen Gray présente des imperfections.

oo

MAGNETISME. *Le moment magnétique du noyau de l'atome.* — Note de M. J. Dorfman, transmise par M. Pierre Weiss. (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190, N° 15, page 924.)

L'auteur de cette note s'est proposé de soumettre « à l'épreuve de données purement *magnétiques,* et notamment de celles qui se rapportent aux atomes légers, les conclusions tirées des récentes études de la spectroscopie, et qui semblaient démontrer que « les noyaux atomiques ne possèdent pas de moments magnétiques autres que ceux de l'ordre de grandeur de 1/1830 magnéton de Bohr », toutes études qui se rapportent à des atomes à noyau complexe.

M. J. Dorfman arrive à cette conclusion :

« On démontre ainsi que les atomes contenant dans leurs noyaux 2, 3, 4, 5, 6, 7 électrons ne possèdent pas de moments magnétiques supérieurs à 1/10 M_b. Cela veut dire que le moment de l'électron pivotant ne se manifeste point dans les noyaux. Cette conclusion s'accorde avec des données spectroscopiques. »

M_b désigne le magnéton de Bohr.

Enfin, l'auteur donne trois explications possibles de ce fait expérimental :

a) Moments des électrons pivotants compensés dans le noyau, par exemple, En raison des forces magnétiques qui les relient.

b) Perte par les électrons dans le noyau de leur moment magnétique propre.

c) Pas d'électrons dans le noyau des atomes .

La théorie du noyau est donc à poursuivre.

o

ELECTRICITE. *Chutes de tension des appareils triphasés débitant sur des circuits dissymétriques.* — Note de M. André Blondel (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 17, page 991.)

L'importance de cette note et des calculs qu'elle contient oblige de renvoyer au texte, dont le titre est d'ailleurs suffisamment explicite.

L'auteur examine successivement le cas :

a) des alternateurs;
b) des lignes symétriques;
c) des transformateurs.

Et il arrive à des équations dont les premières surtout sont compliquées et même, comme il le dit lui-même « se prêtent mal à la détermination du régime en fonction des impédances établies ». Les dernières formules qu'il établit dans le cas des transformateurs sont cependant plus simples.

oo

GEOPHYSIQUE. *Sur la détermination électromagnétique du fendage des couches sédimentaires.* — Note de MM. C. et M. Schlumberger, présentée par M.Pierre Termier. (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 18, page 1064.)

Nous sommes habitués à parler constamment de champ électrique, et à juste titre d'ailleurs, car, en télégraphie sans fil, nous avons tout le temps l'occasion de l'étudier, ses variations dans l'espace et dans le temps sont à la base même de la radiodiffusion et constituent les phénomènes de propagation.

Toutefois nous ne nous inquiétons guère de ce qui se passe au delà de la plaque de terre d'un appareil d'émission ou d'un appareil de réception.

MM. Schlumberger nous diraient ce qui se passe lorsque ayant fiché en terre en un certain point A une électrode reliée à un pôle d'une petite pile, ou d'un générateur, ils relient l'autre pôle au moyen d'un câble isolé à une autre électrode, également fichée en terre mais très éloignée de la première. « La nappe de courant qui s'écoule dans le sol à partir de A produit dans celui-ci, par effet ohmique, un champ électrique que l'on peut étudier potentiométriquement à la surface. Elle produit aussi un champ magnétique également étudiable en surface, en général par des méthodes d'induction. »

D'autre part, les auteurs de la note ont étudié les roches sédimentaires en ce qui concerne leur conductibilité électrique, elles se comportent comme des corps très nettement anisotropes; et ils nous indiquent comment on peut des surfaces équipotentielles autour de A déduire la direction du pendage, et comment on peut utiliser les différentes données électriques ou magnétiques, pour calculer des renseignements numériques sur les caractéristiques des sous-sols.

Ils ont de cette manière et dans des circonstances favorables pu explorer le sous-sol jusqu'à 500 mètres de la surface.

oo

RADIOACTIVITE. *Structure fine du spectre magnétique des rayons* X. — Note de M. S. Rosemblum, présentée par M. A. Cotton. (Compte rendu de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 19, page 1124).

L'auteur nous fait connaître dans sa note les premiers résultats obtenus à l'aide du grand électro-aimant de l'Académie des Sciences avec un nouveau dispositif expérimental amélioré.

« Cette fois on s'est servi des plus grandes pièces polaires existantes à Bellevue. Ces pièces ont 75 ‰ de diamètre; pour un entrefer de 6 ‰ on obtient un champ constant sur une étendue de 35 ‰ de diamètre la valeur du champ étant de 23,2 kilogauss pour une intensité de courant de 400 ampères, Les résultats donnés antérieurement sont confirmés; la précision des mesures est améliorée ».

L'auteur expose ensuite les résultats numériques qu'il a obtenus; c'est-à-dire les vitesses relatives, la vitesse du rayonnement α du Th C étant prise comme unité.

Il a pu en outre observer, sur le meilleur cliché pris, trois raies, dont l'une qu'il a noté α_4 lui a permis de calculer une nouvelle vitesse, mais, tout ceci, dans l'esprit de l'auteur, demande confirmation et vérification.

oo

GRAVITATION. *L'énergie électromagnétique dans le champ de gravitation.* — Note de M. G. Maneff, présentée par M. Lecornu. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Tome 190. N° 20, page 1180.)

Cette note est plutôt d'ordre mathématique que physique, elle fait suite d'ailleurs à une note du même auteur parue dans les comptes rendus, intitulée : le principe de la moindre action et la gravitation; et dans laquelle il avait montré « qu'il est possible, au moyen du principe de la moindre action, de ramener les variations dynamiques dans un camp de gravitation aux grandeurs cinématiques, temps et espace, qui le caractérisent. » Partant de là, et considérant l'impulsion électro-magnétique, il discute les qualités de l'espace qu'il envisage, et note les différences qui le séparent des conceptions antérieures.

Digitized by Google

TECHNIQUE GÉNÉRALE

A L'ÉCOUTE !

Un Récepteur pour les Bandes 10, 20, 40 et 80 mètres

Par ANDRÉ PLANES-PY

(suite et fin)

L'auteur, dans une première partie, a analysé les conditions essentielles que doit remplir un récepteur à ondes courtes. Mais ce n'est pas tout d'avoir des directives générales; il faut, au contraire, tirer des conclusions pratiques; c'est ce que le lecteur trouvera ci-dessous. Une réalisation intéressante, basée sur une expérience sûre, aura certainement un accueil remarquable.

REALISATION PRATIQUE

Les règles et recommandations énoncées au cours de la première partie de cet article ont été observées pour la réalisation du récepteur décrit. Si elles ne sont pas à vrai dire strictement obligatoires, du moins nous ont-elles permis d'obtenir dès montage un récepteur d'une manœuvre facile, couvrant sans trous la gamme 17 à 105 mètres, sur une antenne moyenne.

Le circuit est réalisé sur une planche de base mesurant 31 cm. de long, 27 de large et de 10 à 20 mm. d'épaisseur, et sur un panneau avant (de préférence métallique) de 31×20×0,06 %m. Le schéma adopté est celui de la Fig. 5, il peut être tenu sinon pour le plus simple, tout au moins pour l'un des plus simples parmi ceux habituellement employés: l'absence de couplage magnétique pour l'aérien et l'effet réactif provoqué par le jeu d'une capacité variable qui est le propre du Schnell (Hartley des Américains) permettent de bloquer les deux selfs circuit oscillant et plaque sur un même support à trois prises; l'interchangeabilité est très rapide et l'encombrement diminué.

Un seul étage basse fréquence est monté à la suite de la détectrice, il suffit amplement pour que la réception des signaux soit tout à fait confortable, même avec un aérien très réduit. Une amplification BF trop puissante sur un récepteur ondes courtes exagère l'importance des parasites et rend de ce fait l'écoute pénible, elle agit en outre souvent défavorablement sur la souplesse des réglages.

Nous allons décrire successivement tous les organes entrant dans la composition du circuit pour que l'amateur suivant exactement les données puisse sans mise au point et sans tâtonnements préalables obtenir les résultats promis. Nous serons pour cela dans l'obligation de citer certains modèles du commerce et certaines marques; nous le ferons tout à fait impartialement et sans la moindre complaisance.

CAPACITES VARIABLES C 1 et C 2

Nous croyons devoir affirmer qu'il n'existe pas sur le marché français des capacités spéciales pour récepteurs ondes courtes, de 0,1 ou 0,12/1000; toutefois, si nos informations sont exactes, nous pouvons annoncer qu'une importante Maison française s'intéressant au matériel pour ondes courtes a pris l'initiative de faire réaliser des capacités de 0,8/1000. On ne peut que la féliciter de suivre ainsi le progrès.

Le récepteur décrit — qui est du reste notre propre récepteur actuel — comporte une capacité d'accord de 0,12/1000: nous avons simplement démonté un 0,5/1000 ancien modèle, à flasques circulaires d'excellente ébonite, non squarre law (Ginouvès) et l'avons remonté après avoir enlevé la moitié des lames et doublé l'écartement de ces dernières. En prenant la précaution de ne pas situer une « bande amateurs » (10, 20, 40 ou 80 m.) dans les 15 ou 20 premières divisions ou pourra avoir ainsi entière satisfaction.

Il est indispensable que le rotor ne soit pas monté avec roulement à billes ou sur bille d'acier, il en résulterait 9 fois sur 10 à la manœuvre des crachements d'origine électrique qu'il serait absolument impossible d'éliminer, même en réunissant le rotor à sa borne correspondante au moyen d'un câble souple torsadé. Il faut aussi que les lames soient plus espacées que celles d'une capacité courante utilisées pour les ondes longues, la poussière qui se dépose fatalement sur les armatures occasionne des bruits parasites lors de la rotation. Enfin il faut que le condensateur soit parfaitement isolé pour la haute fréquence, afin que les pertes soient minimes: nous avons montré dans le précédent numéro que C. 1 constituait avec la self S secondaire un circuit parcouru par un courant de HF relativement important.

Une capacité de 0,15/1000, que l'amateur doit réaliser lui-même à partir d'un 0,5/1000 (nous ne parlons pas, bien entendu des petites capacités d'accord de filtre ou de couplage d'antenne qui ne présentent pas les qualités électriques et mécaniques exigées) est cependant *juste* suffisante pour pouvoir recevoir *efficacement* les ondes courtes d'amateurs, nous voulons dire par là qu'elle est *trop forte* pour pouvoir, avec une self donnée, couvrir *seulement chaque bande* avec léger débordement de part et d'autre.

Par exemple la bande des 40 mètres s'étendant de 41 à 42,80 mètres, nous avons montré qu'on avait intérêt à prévoir

Digitized by Google

le circuit oscillant de façon à pouvoir l'accorder entre 35 ou 38 et 47 ou 50 mètres. Or une capacité d'environ 0,12/1000, avec une self adéquate constitueront un circuit oscillant pouvant être accordé entre 26 et 35 mètres environ: la « 40 m. band » représentera alors sur un cadran divisé en 100°, environ 10 *divisions seulement.* 0,12/1000 constitue donc une capacité *trop forte* pour un récepteur prévu *uniquement pour la réception des bandes d'amateurs.* Pour faciliter les réglages dans de larges mesures, pour éviter de « passer » sur une émission syntonisée à l'extrême, il faudra donc, ou bien diminuer la valeur de C. 1 et envisager alors environ 0,06/1000, soit encore ce qui conduit pratiquement au même résultat, prévoir un dispositif démultiplicateur de rapport *très élevé*: 1/100 au minimum, ou une capacité additionnelle de valeur infime. Nous nous sommes arrêté à la première solution, ce qui nous a permis de pouvoir recevoir sans aucun « trou » avec trois selfs seulement *de 17 à 105 mètres.* Une quatrième self (il serait plus exact de dire un quatrième «groupe » de selfs) donne la « 10 m. band » (8 à 12 mètres).

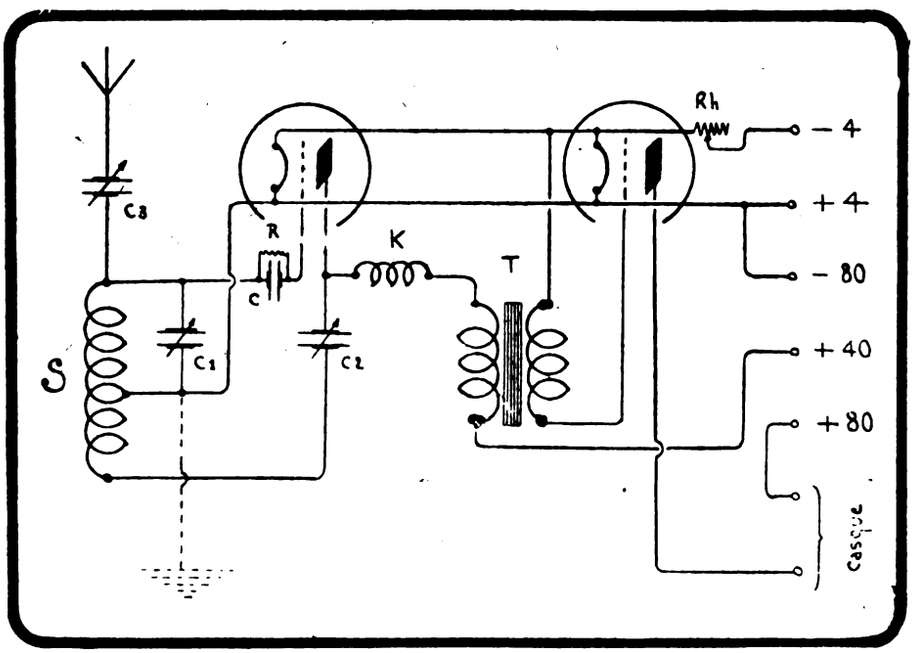


FIG. 5

Nous conseillons donc la capacité d'accord C. 1 de 0,12/1000 réalisée en partant d'un condensateur de 0,5, d'excellente qualité et un bouton cadran démultiplicateur de rapport maximum compris entre 1/100 et 1/500 ou un vernier réalisé comme l'indique la figure 4 du précédent numéro.

Bien que le condensateur de réaction C. 2 soit moins important que le précédent on pourra prendre une capacité identique à la première: ici une démultiplication aussi poussée n'est pas nécessaire, si C. 1 et C. 2 sont montés sur panneau métallique (+4 et terre) l'approche de la main n'aura aucune influence et on paut se contenter d'une commande directe par bouton de grand diamètre. Nous préférons toutefois une démultiplication de *faible* rapport: 1/8 par exemple, qui permettra de « friser » l'accrochage pour la réception des stations émettant en téléphonie et des broadcastings ondes courtes.

DISPOSITIFS DEMULTIPLICATEURS

Il est naturellement évident que les qualités mécaniques de ces derniers devront être parfaites, le moindre défaut, un fonctionnement irrégulier, un patinage sur une certaine position des lames rendent immédiatement les réglages beaucoup plus difficiles. Certains organes sont bruyants, d'autres n'ont pas la reversibilité absolue désirable, d'autres enfin « crachent » électriquement d'une façon intolérable...

On préférera des démultiplicateurs très simples *aussi peu métalliques que possible:* le dispositif le meilleur à notre avis est constitué par un disque de celluloïd épais portant les divisions, enfermé dans un carter en matière moulée percé d'un fenêtre et attaqué par deux disques métalliques formant poulie et de petit diamètre (Indigraph). Il est totalement silencieux, n'est sujet à aucune usure (ou très faible) et du reste peut être remis en état s'il prend du jeu. Le rapport obtenu est de 1/8 seulement.

Si le montage mécanique est satisfaisant, le disque de grand diamètre attaqué par le galet (ou par un système de trois galets pour que les sens de rotation du disque et du bouton de manœuvre soient les mêmes) peut être en métal, le rapport peut atteindre: 120 (Wireless).

Nous utilisons à notre entière satisfaction pour la manœuvre du condensateur d'accord un bouton cadran *à double démultiplication:* le bouton de la démultiplication 1/8 (petit galet) porte une roue d'ébonite entraînée par une vis sans fin: un tel système étant irréversible, une friction cuivre sur cuivre est prévue entre le bouton de commande 1/8 et la roue dentée folle. Le rapport atteint le chiffre très élevé de 1/500 *permettant des réglages très aisés sur les ondes inférieures à 20 mètres,* sans à-coup ni crachements (Indigraph micrométrique). La démultiplication 1/500 étant *un peu trop poussée* dans certains cas, on utilise celle normale et « fixe » 1/8 (convenant très bien pour la bande des 80 mètres et même celle des 40 mètres sur des émissions normales) et on passe à la surdémultiplication lorsqu'il importe d'obtenir un réglage extrêmement précis (émissions commandées par quartz sur les 40 mètres et au-dessous, bande du broadcasting, ondes inférieures à 25 mètres, etc.).

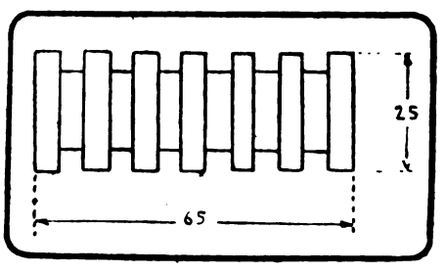


FIG. 6

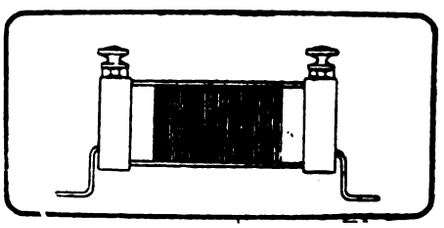


FIG. 7

Tel qu'il est livré à l'acheteur, l'Indigraph micrométrique présente un peu de « dur » pour l'attaque directe 1/8 ou plutôt exige un effort un peu plus accusé pour amorcer le patinage des rondelles de cuivre, on lui donnera la douceur convenable en le démontant entièrement pour enduire de vaseline pure les surfaces de patinage puis en le remettant dans son état normal: le bouton de commande de la

Digitized by Google

surdémultiplication 1/500 peut être remplacé par une tige isolante de quelques centimètres de long si en l'absence de panneau avant métallique l'approche de la main avait une influence sur le circuit. Ce bouton de la vis sans fin se trouve être situé à la droite de l'opérateur, or, dans le schéma de montage que nous donnons ci-contre, le condensateur d'accord C. 1 est placé à sa gauche, il importera donc de modifier très légèrement la pièce en « U » portant la vis sans fin pour que celle-ci puisse être retournée, opération très facile du reste.

COUPLAGE D'ANTENNE

Le couplage de l'antenne avec le secondaire d'accord est assuré par une petite capacité variable C. 3 qui permet de doser l'énergie suivant la fréquence de l'onde reçue. Ce type de condensateur variable de très faible encombrement est habituellement de 0,1/1000. Cette capacité est un peu forte ici et la réception des bandes d'amateurs sur une antenne d'une vingtaine de mètres exigerait qu'on la laisse toujours à 0. Il faudra donc modifier cet organe et selon les cas, ne laisser qu'une ou au maximum deux lames fixes et autant de variables, deux ou quatre en tout par conséquent.

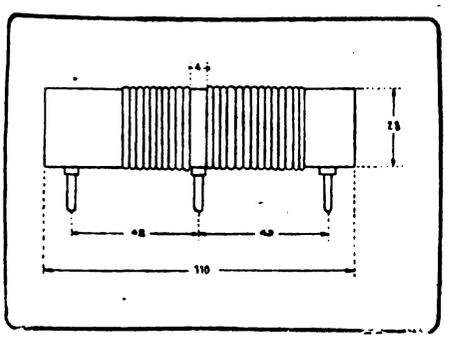


FIG. 8

Avec une capacité infime ainsi constituée on pourra obtenir par la manœuvre de C. 3 pour les différentes λ entre 8 et 100 mètres et pour n'importe quel aérien, le couplage convenable et la sélectivité désirée.

CONDENSATEUR SHUNTE

Le condensateur shunté de grille aura les valeurs habituelles: 1/10.000 et 2 mégohms on préférera un condensateur à air de faible encombrement, fixe ou *ajustable* (imbrication des lames pouvant être fixée aux essais) et une résistance d'excellente qualité dans un tube de verre scellé.

SELF D'ARRET HAUTE FREQUENCE

La self d'arrêt haute fréquence ou « choc » K pourra être réalisée comme l'indique la figure 6 en enroulant un millier de spires en fil 1/10 sous soie dans 5 ou 8 gorges d'un mandrin en ébonite ou bois bien sec tourné puis plongé

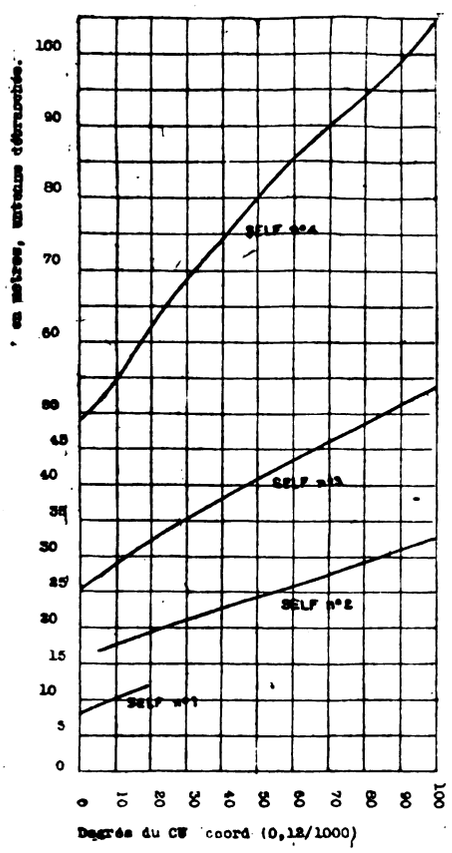


FIG. 9

dans de la paraffine fondue jusqu'à ce qu'aucune bulle ne s'en échappe. La diminution de la capacité obtenue par le fractionnement du bobinage en plusieurs sections largement séparées l'une de l'autre permet d'obtenir pour une somme minime un organe très efficace.

On peut aussi utiliser un choc « ondes courtes du commerce », d'une fixation aisée et d'un encombrement moindre (Fig. 7) comprenant plus de 200 spires jointives en 1/10 émaillé sur un tube d'ébonite de 18 mm. environ de diamètre (longueur du bobinage 38 mm.). Le choc Dyna nous a donné entière satisfaction, nous pouvons le citer car à notre connaissance il est le seul d'origine française réalisé suivant les besoins de l'amateur.

ORGANES DIVERS

Le transformateur basse fréquence T est à rapport faible: 1/3 (ou même 1/1), il sera d'une bonne construction. Le rhéostat de chauffage Rh devra être très progressif, doux, à contacts sûrs et d'une valeur élevée: 40 ohms. Il joue un rôle important dans les réglages car il permet d'obtenir la douceur d'accrochage convenable et d'éliminer toute tendance au « grincement » au point d'entrée en oscillations.

Le support de la lampe détectrice sera à très faibles pertes: le plan de câblage montre le type employé constitué par un anneau d'excellente ébonite ou bakélite sur lequel sont vissées quatre plaquettes métalliques portant une douille à l'une de leurs extrémités.

Enfin une plaquette d'ébonite sur laquelle sont disposées cinq bornes et un jack de casque permettra d'opérer les connexions nécessaires avec les sources de courant et le casque.

On remarquera que nous n'avons pas prévu de borne ou fiche « antenne ». celle-ci sera disposée *sur le panneau avant* [1] à un endroit arbitrairement fixé par l'amateur suivant les commodités personnelles de celui-ci (à la partie supérieure) et reliée à la borne libre du condensateur de couplage C. 3. La terre est facultative, elle n'augmente pas la puissance de réception mais stabilise le montage. On pourra le connecter à la borne +4.

SELFS

Intentionnellement nous avons reporté ce paragraphe à la fin de la description pratique car il nous conduira presque directement aux réglages.

Nous avons choisi un type d'inductance à spires jointives bobinées sur un cylindre de faible diamètre en matière isolante. Pour notre réalisation personnelle le cylindre de chaque self mesure 11 cm. de longueur et 27 mm. de diamètre extérieur (Fig. 8). N'ayant pas sous la main du tube d'ébonite ou de bakélite nous avons utilisé tout simplement du carton soigneusement gomme laqué à chaud puis passé au vernis cellulosique: la rigidité obtenue est suffisante pour pouvoir effectuer les enroulements en conducteur de grosse section.

Le mandrin porte trois broches pour douilles de lampes, l'une exactement au milieu, les deux autres de part et d'autre à 45 mm. de la première.

---

[1] Isolée par de larges rondelles de bakélite.

Digitized by Google

Nous reproduisons dans le tableau ci-dessous les caractéristiques de ces inductances :

	Self 1	Self 2	Self 3	Self 4
λ couverte en mètres avec condensat. d'acc. de 0,12/1000 antenne débranchée [1] . .	8 à 12	17 à 31	25 à 53	49 à 107
Nombre de spires *grille* . . .	4	7	16	27
Nombre de spires *plaque* . .	7	14	22	35
Fil utilisé G et P.	9/10	9/10	6/10	2/10
Ecartement entre enroulements Grille et Plaque (en mm.) .	7	6	4	4
Ecartement des spires (en mm.)	2,3	joint.	joint.	joint

Les selfs sont placées sur trois douilles de lampes supportées par une plaquette de bakélite de 100 mm. de long sur 20 de large et 5 d'épaisseur, fixée sur la planche de base au moyen de deux vis à bois par l'intermédiaire de petites poulies porcelaine. Si la self de choc est disposée à une certaine distance et fixée dans la position verticale comme indiqué sur le plan de câblage, aucune induction entre ces deux organes n'est à redouter.

La réalisation de ces selfs est donc extrêmement aisée et si les indications données sont suivies à la lettre on aura avec le type de triode conseillé plus loin l'accrochage très facile sur toute la rotation du condensateur d'accord; seule la self 1 couvrant la bande des 10 mètres (de 10 à 15° environ de C. 1 *par exception*) peut être d'un établissement un peu difficile: après avoir enroulé pour G et P le nombre de spires indiqué à l'écartement donné, il sera nécessaire, la self étant placée sur son support et le récepteur en fonctionnement, en s'aidant de l'ondemètre, d'écarter ou de resserrer légèrement les spires des deux bobinages pour que l'accrochage soit bon entre 8 et 9 et 12 ou 13 mètres de λ.

Le type de lampe utilisé en détectrice a du reste une importance sur l'accrochage et cette importance et d'autant plus grande que la λ à recevoir est plus faible; c'est ainsi qu'avec la self n° 2 l'accrochage est impossible au-dessus de 24 mètres avec une lampe courante (jusqu'à 50° de C. 1) et est obtenu sans difficulté jusqu'à 30 mètres (100° de C.1) avec un tube détecteur.

Nous avons employé en détectrice, avec un égal succès ou à très peu de chose près, une A.415 de Philips, une L.408 de Zénith ou une R.76 de la Radiotechnique. Les caractéristiques internes de ces tubes oscillent plus ou moins autour des chiffres donnés ci-dessous:

Tension filament	4 volts
Intensité filament	0,08 amp.
Tension anodique	20 à 150 volts
Courant de saturation	30 M. A.
Pente	2,6
Coefficient d'ampl.	15 à 17
Résistance interne	6 à 7.000 ohms
Courant anod. norm.	3 M. A.

La tension de plaque appliquée à la lampe détectrice (les trois types cités) ne devra pas excéder 40 à 50 volts. On pourra placer en BF un triode normal standard ou de sortie à faible puissance (B.406, D.9, DY.604 etc.)

LISTE DES PIECES NECESSAIRES A LA REALISATION

Une planche de base de 310×270×10 ou 20 mm.
Un panneau avant aluminium de 310×20×4 à 6 mm.
Deux fortes équerres métal ou bois pour l'assemblage de la base et du panneau avant.
Deux condensateurs variables 0,12/1000 lames espacées, flasques ébonite ou bakélite (capacités de 0,5/1000 modifiées).
Un bouton cadran démultiplicateur rapport 1/8 à 1/20 (pour C.2)
Un bouton cadran démultiplicateur rapports 1/8 (direct) et 1/500 (surdémultiplié par vis sans fin) (pour C.1)
Une petite capacité variable CK3 de 0,1/1000 (à modifier)
Un rhéostat de 30 à 40 ohms pour deux lampes.
Une self de choc ondes courtes.
Un transformateur BF rapport 1/3
Un condensateur fixe 1/10.000
Une résistance fixe sous tube verre scellé de 2 mégohms.
Six bornes de 3 mm.
Un jack à deux lames,
Une plaquette d'ébonite de 13 cm.×20×5 mm. et deux équerres laiton (alimentation et jack)

Support de la self:

Une plaquette bakélite ou ébonite de 100×20×5 mm.
Trois douilles de lampes.

Pour confection des 4 selfs:

Tube de 27 mm. de diamètre, ébonite, bakélite ou carton gomme laqué, fiches pour douilles de lampes.
Fil de câblage 9/10 cuivre, Vis laiton, etc. *Quantité suffisante.*

REGLAGES. — RESULTATS

Les réglages seront extrêmement simples si le récepteur est réalisé exactement d'après les données indiquées, *n'importe quelle personne, même n'ayant jamais manipulé un récepteur à ondes très courtes pourra recevoir très facilement les différentes émissions d'amateurs, les postes officiels et les broadcastings sur ondes courtes.* Il suffit simplement d'observer les quelques précautions élémentaires suivantes:

Après avoir placé sur son support la self convenable pour la bande que l'on désire recevoir, on allume les lampes et pour chaque position du condensateur d'accord C. 1 on manœuvre du minimum vers le maximum la capacité commandant la réaction, l'entrée en oscillations est décélée par un claquement sec dans les écouteurs. Si le circuit oscillant se trouve réglé sur une émission quelconque, cette émission deviendra immédiatement audible suivant la propritété bien connue de la lampe autodyne; l'intensité de la réception sera d'autant plus forte que l'on se trouvera près du point de décrochage: une minute suffit à la personne la plus inexpérimentée pour se rendre compte de l'action respective des deux capacités.

Si l'accrochage obtenu par la manœuvre de C. 2 s'accompagnait d'un léger grincement, il suffirait de réduire très légèrement le chauffage: l'entrée en oscillation devient alors souple et silencieuse (il faut qu'elle soit reversible c'est-à-dire que pour un même réglage de C. 1, l'accrochage et le décrochage doivent être obtenus sur le même point de C. 2). Un décrochage un peu « mou » permet d'obtenir une amplification aussi grande que possible de la modulation (phonie).

L'essai premier sera effectué avec un couplage très lâche de l'aérien, c'est-à-dire avec le condensateur d'antenne C. 3 à 0°, une plus grande capacité à C. 3 augmente légèrement la puissance des signaux reçus (cette augmentation est plus nette sur les fréquences moins élevées de la gamme permise c'est-à-dire de 70 100 mètres) mais par contre diminue l

[1] Voir les différentes courbes données par la fig. 9 ci-contre.

Digitized by Google

sélectivité et procure un changement de réglage du circuit self grille-C. 1 ; on ne s'étonnera donc pas au cours d'une réception, si on est dans l'obligation de modifier la position de C. 3, d'avoir à rechercher le même signal légèrement plus haut ou plus bas. Trop de capacité à C. 3 fait aussi accompagner l'accrochage du grincement signalé plus haut [1]

Les réglages seront tout aussi faciles avec la self n° 2 qu'avec celle n° 4 si, comme nous le conseillons, il est utilisé une démultiplication par vis sans fin 1/500 pour C. 1 ; cette capacité sera manœuvrée par le bouton de manœuvre principal (1/8), dès qu'un signal ou une onde porteuse est perçue cette commande est abandonnée et on agit sur le démultiplicateur.

Une courte antenne de quelques mètres même intérieure suffit pour obtenir d'excellentes réceptions d'émissions lointaines. Nous avons reçu avec régularité (Mars-Avril) sur antenne de 10 mètres non dégagée et *casque sur table*, une téléphonie officielle λ: 18 mètres (Saïgon suivant toutes probabilités) ainsi que les concerts de PCJ sur λ: 31,40, Chemlsford 25 mètres et une station Allemande sur 31,60.

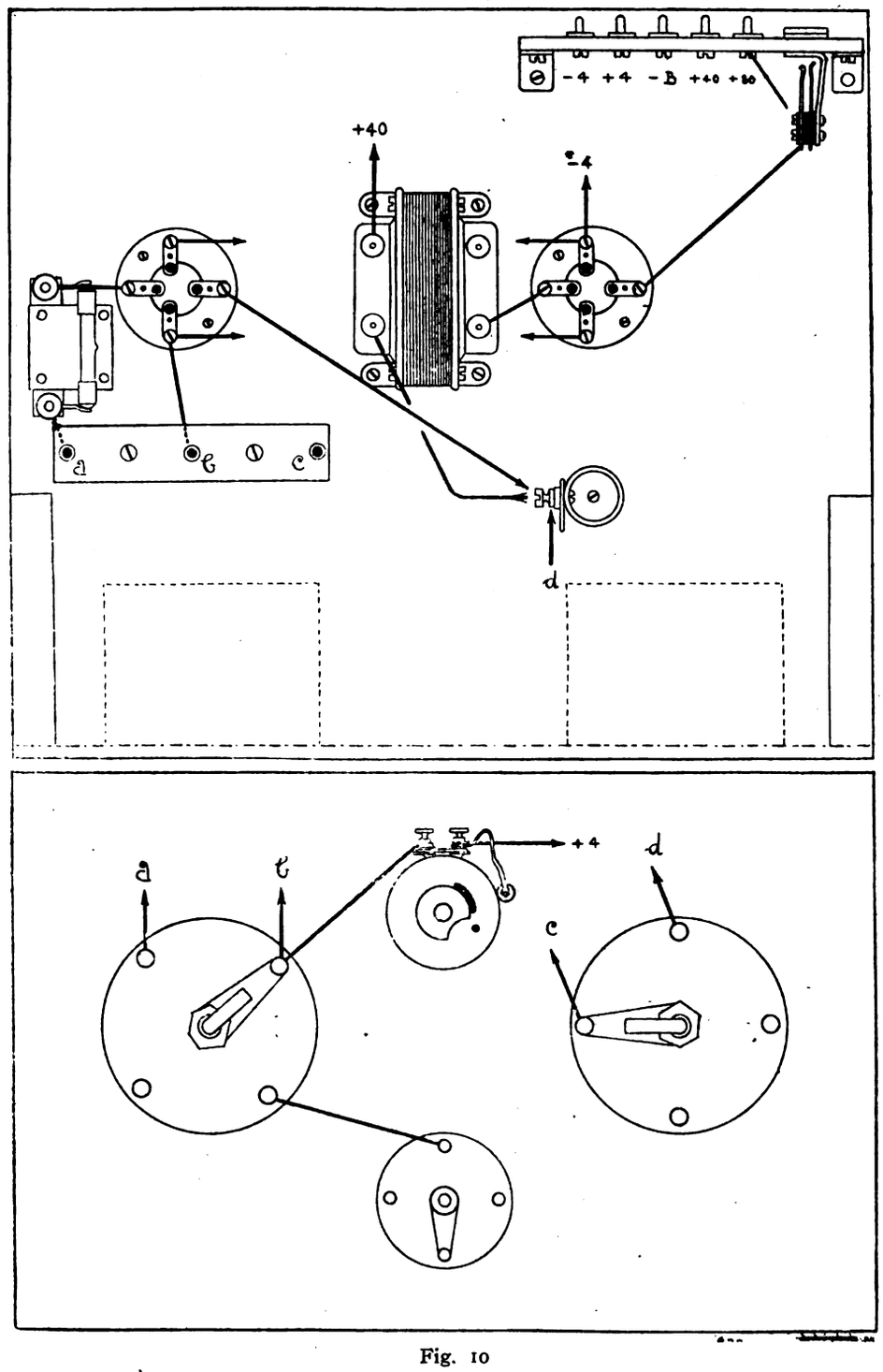


Fig. 10

[1] Ce grincement est favorisé par l'emploi de certains transformateurs BF à rendement poussé et excellents par ailleurs, s'il se produit incidemment, on l'éliminera de la façon indiqué (chauffage).

André PLANÈS-PY
F8EI

Fin

Digitized by Google

LE FROID

Une Industrie frigorifique : La conservation des Œufs

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

L'industrie du froid joue un rôle très important dans la vie économique moderne en particulier pour la conservation des denrées alimentaires.

On trouvera ci-dessous un exposé de ce qui a trait aux questions relatives aux œufs, éléments essentiellement périssables et qui demandent des précautions spéciales.

LA consommation des œufs en France s'élève annuellement à 20 millions de kilogrammes. La production s'élève à peu près à 10 millions de kilogrammes. Le déficit annuel est donc approximativement de 10 millions de kilogrammes.

Le déficit est couvert par l'Europe Centrale (Tchéco-Slovaquie, Roumanie, Bohême), par le Maroc, par l'Amérique, et par la Chine. La Chine nous approvisionne en œufs avariés, inutilisables pour l'alimentation et utilisés par la mégisserie : ces œufs sont conservés par des antiseptiques.

En outre la production française donne surtout en mars, avril mai et la consommation est échelonnée sur toute l'année.

Il en résulte que les œufs sont un produit dont la conservation s'impose.

Or les œufs ne sont presque jamais antimicrobiens. Les microbes du cloaque passent facilement dans l'oviduité, surtout au moment de la fécondation. Environ 50 à 60 % des œufs fécondés contiennent des germes microbiens aussitôt que pondus. Les micro-organismes provenant de la paille, des pondoirs, de la paille d'emballage peuvent facilement traverser la coquille qui est perméable, et la membrane coquillère, surtout si le contact est prolongé ou si la coquille est mouillée. Aussi la conservation en est extrêmement difficile.

Dans tous les procédés ordinaires on essaye d'éviter la germination des moisissures aérobies qui sont la principale cause de la putréfaction des œufs. En obstruant les pores de la coquille : on rend impossible la pénétration des moisissures, on rend également impossible les échanges gazeux, donc on évite les développements aérobies.

Ces procédés sont tous plus ou moins imparfaits. Le plus rudimentaire est celui dont use le fermier qui conserve les œufs en les enfouissant dans un tas de blé : ce procédé consiste à tenir les œufs à l'abri des échanges avec l'atmosphère et à les maintenir en même temps dans une atmosphère chargée de gaz carbonique produit par le blé à l'état de vie ralentie.

L'obstruction des pores de l'œuf est obtenue plus parfaite par le vernissage au pinceau ou par immersion. Les œufs plongés dans une solution calcaire ou silicatée se couvrent d'une couche minérale et les pores de la coquille sont obstrués. Les pâtissiers conservent encore leur provision d'œufs par ce procédé.

La conservation par le froid, en raison des perfectionnements qu'elle présente sur les procédés ménagers, tend à les supplanter.

—o—

La conservation des œufs par le froid se fait suivant deux modes bien différents. 1° par congélation, les œufs étant cassés, 2° par simple réfrigération et les œufs restant en coque.

Dans la conservation par congélation les œufs sont cassés. Tantôt les blancs et les jaunes sont séparés et conservés séparément, tantôt on les conserve mélangés. Le produit résultant du cassage des œufs est recueilli dans un mélangeur réfrigérant qui amène les œufs à une température voisine de la congélation. L'omelette est alors introduite aussitôt dans des bidons métalliques d'une contenance habituelle de 30 livres anglaises qui après fermeture sont portés à la salle de congélation à une température de —12° à —18°. La congélation est suffisante après 36 heures.

La conservation se fait en chambres froides à une température de —5° à —8°.

L'industrie de la conservation des œufs congelés appartient à quelques firmes américaines et anglaises. Ces industries donnent un produit présentant des qualités suffisantes pour son emploi en pâtisserie, biscuiterie et pour la fabrication des pâtes alimentaires.

—o—

La conservation des œufs en coque par simple réfrigération est une opération qui demande beaucoup de soins : les résultats en sont vraiment parfaits.

Les œufs que l'on soumet à la conservation par réfrigération doivent être soumis à un choix permettant d'éliminer tous les produits présentant une défectuosité quelle qu'elle soit.

Petites dimensions, forme défectueuse, couleur ou aspect extérieur anormal, coloration mauvaise des jaunes, filets de sang, tache, telles sont les défectuosités originelles les plus fréquentes. Celle que l'on doit le plus redouter est l'imprégnation d'une mauvaise odeur.

Cette dernière peut être due à plusieurs causes. L'infection de l'œuf peut résulter d'erreurs dans l'alimentation des pondeuses. Il a été établi qu'une alimentation des poules à base d'oignons, de colza, de navets, communique aux œufs une saveur désagréable. Une pâtée de farine de poisson à forte teneur en huile détermine un goût *sui generis*.

L'imprégnation d'odeur la plus fréquente est due à des erreurs de conservation plutôt qu'à la contamination directe par la poule : elle est possible à cause de la porosité de la coquille. Des œufs mis en caisse étanche avec des oranges, ont contracté par un séjour de quelques heures une imprégnation très forte de l'odeur des fruits. On comprend que l'emballage des œufs dans des copeaux de bois odorants (bois résineux par exemple) ou dans une matière d'emballage moisie puisse communiquer aux œufs une odeur amenant leur rejet.

Il est extrêmement important d'éviter de soumettre à la conservation des œufs

Digitized by Google

ne présentant pas une fraîcheur suffisante. Le froid n'améliore pas le produit, sa transformation est ralentie. En entreposant en chambre froide des œufs qui ne sont pas frais on court le risque après conservation de trouver un produit trop évolué pour qu'il soit consommable.

On se rend facilement compte des défectuosités intérieures que présentent les œufs ainsi que de leur état de fraîcheur par le mirage. Pour cette opération on se sert d'un appareil assez simple. Il consiste en une boîte dans laquelle se trouve une lampe électrique ordinaire. La boîte porte une ouverture ronde de 5 à 6 centimètres de diamètre. Pour mirer un œuf on le saisit entre le pouce et l'index et on le tient près du trou. Les œufs sains sont très translucides: ceux qui sont presque opaques doivent être rejetés, si une tache sombre apparaît il est également à écarter : il renferme probablement un embryon. Le mirage est une opération aussi simple qu'importante.

Il est favorable à la conservation des œufs de procéder au mirage dans le vestibule des chambres froides ou dans des chambres de préréfrigération. On évite ainsi de les refroidir trop brusquement: on les amène graduellement à la température d'entreposage.

La température limite à laquelle on peut conserver les œufs est celle de 2°2 température voisine du point de congélation de l'albumine de l'œuf frais ; il faut s'en approcher autant que possible. Toutefois des températures plus élevées jusqu'à 5° peuvent être pratiqués pour une conservation de moindre durée il faut avoir soin de maintenir dans les chambres froides un état hygrométrique variable suivant la température.

En liaison avec la température et l'hygrométricité des chambres on doit régler également la circulation de l'air. Une circulation active est favorable à la conservation des œufs : mais elle offre le danger si l'état hygrométrique est insuffisant, de provoquer une évaporation trop rapide ou le produit trop desséché a perdu de sa valeur commerciale.

Les œufs conservés dans les conditions les plus favorables peuvent séjourner en chambre froide jusqu'à 12 mois : cependant au bout de 11 mois la membrane vitelline s'amincit et la chambre à air prend des proportions trop grandes. Il est recommandé de ne pas les conserver plus de 5 à 6 mois : on obtient ainsi plus certainement un produit n'ayant pas un « goût de magasinage ».

On prend en les sortant des chambres froides les précautions analogues à celles prises à l'entrée: on les laisse séjourner quelques heures dans les vestibules des chambres froides à +8° afin qu'ils se réchauffent progressivement. On évite le dépôt de l'humidité atmosphérique toujours préjudiciable.

—o—

On conserve en outre les œufs par un procédé donnant des résultats encore supérieurs. Ce procédé dit procédé Lescarde ou procédé combiné consiste à placer les œufs dans un milieu gazeux sans oxygène composé d'anhydride carbonique et d'azote dans les proportions où on les rencontre à l'intérieur de l'œuf fraîchement pondu. Les œufs à caisse étanche sont conservés en chambre froide à une température voisine de +2° centigrades.

Ce procédé en milieu gazeux antiseptique présente divers avantages sur l'emploi du froid seul. Il n'y a plus d'évaporation de l'albumine des œufs qui se conservent pleins. Sortis des chambres froides ils peuvent se conserver plus longtemps que des œufs frais, alors que les œufs soumis au froid seul se conservent moins longtemps. Enfin on n'a plus à se préoccuper de la ventilation des chambres, de leur degré hygrométrique. Le réchauffement des œufs se fait dans des caisses. La dépense supplémentaire qu'entraîne ce procédé est infinie et les résultats qu'il donne sont incomparables : il est vrai que pour être appliqué il nécessite des dépenses élevées de premier établissement.

—o—

L'œuf que l'on soumet à des manœuvres de conservation est le siège des modifications habituelles mais à une vitesse incomparablement moindre. Ces modifications sont physiques, chimiques, bactériologiques.

La principale modification physique est l'évaporation de l'albumine du blanc de l'œuf. Cette évaporation s'effectue par les pores de la coquille : l'espace rendu libre est remplacé par le gaz de l'atmosphère. La chambre à air du gros pôle de l'œuf peut arriver à représenter 1/5 et même 1/4 du volume total de l'œuf. En outre on constate une ascension du jaune. Celui-ci plus léger que le blanc monte lentement à la partie supérieure.

La modification chimique la plus appréciable est la liquéfaction progressive de l'albumine par les diastases microbiennes. On constate l'augmentation des protéoses et le changement de réaction du blanc qui d'alcalin devient acide. Cette liquéfaction des albumines, en particulier des albumines des chalages fait que le jaune libéré monte au contact de la coquille ou de la chambre à air et est attaqué par l'air au contact de la coquille.

Les microbes se développent rapidement dans l'œuf qu'ils envahissent par les pores de la coquille. Dans les œufs soumis à des manœuvres de conservation, les germes diminuent après 3 ou 4 mois.

—o—

Il est assez difficile de reconnaître si un œuf est frais ou s'il a subi des manœuvres de conservation. Toutefois certaines particulantes permettent de porter un jugement à peu près sûr.

L'œuf conservé par le froid, c'est-à-dire dans une atmosphère sèche où il a subi une évaporation prolongée, présente une chambre à air de dimension démesurée. Versé sur une assiette l'œuf même frais ne présente pas un blanc homogène. Une certaine partie plus liquide que le reste, s'écoule plus facilement et tend à s'étendre en surface. Dans un œuf conservé cette partie liquide est plus abondante et d'autant plus abondante que l'œuf est de plus ancienne conservation. La détermination de l'ancienneté n'en reste pas moins difficile et exige une longue habitude.

Mais c'est sur l'œuf cuit dur qu'apparaissent le mieux les caractères destructifs des modifications dues à la conservation. L'augmentation de la chambre à air est d'une observation très facile. L'œuf conservé, présente presque toujours, une fois dépouillé de sa coquille, le jaune apparent à quelque point, soit sur le blanc lui-même, soit dans la chambre à air. L'œuf conservé par le froid présente en outre un blanc jaunâtre ou légèrement vert rosé. L'albumine des œufs conservés se solidifie irrégulièrement à la cuisson. Il présente des couches parallèles conséquence probable de la solubilisation des albumines.

L'œuf conservé par le procédé Lescardé, présente un décollement de la membrane hyaline de la coquille, dans la chambre à air. Ce décollement se manifeste à l'écoquillage par la présence d'une goutte d'eau emprisonnée entre la membrane et la coquille calcaire.

Les œufs conservés au silicate se fendent à la cuisson suivant une génératrice.

—o—

Il est important de pouvoir déterminer si un œuf est frais ou s'il a été soumis à des manœuvres de conservation: non que l'un eût une supériorité sur l'autre comme valeur alimentaire, mais parce qu'ils diffèrent sensiblement comme valeur commerciale.

Grâce à sa grande valeur sous un petit volume, et aux heureux effets des températures basses sur sa conservation, l'œuf est un des produits dont l'entreposage en frigorifique se fait sur une grande échelle. On a parfois reproché à l'industrie frigorifique de provoquer la hausse du produit par ses accaparements, c'est à tort. Les œufs en effet doivent un jour être mis en vente. Le frigorifique est le régulateur du marché des œufs : il permet de fournir au consommateur en toute saison un produit de première nécessité à un prix moyen plus abordable.

A. Michel

Ingénieur frigoriste.

Digitized by Google

Les Parasites Atmosphériques

par Yves DOUCET

L'importance des parasites atmosphériques a un peu diminué du fait de l'emploi généralisé des cadres comme collecteurs d'onde; pourtant, il a paru intéressant à la rédaction du « Q.S.T. » de faire traiter cette question pour maintenir les lecteurs au courant des études entreprises et des conclusions nouvelles.

LA question des parasites est en ce moment à l'ordre du jour. D'une part, depuis le fameux jugement du Tribunal d'Arras sous l'influence de l'*Antenne* les amateurs se groupent pour lutter de commun contre les « créateurs de parasites ». D'autre part pendant l'été les parasites atmosphériques sont plus abondants. Certaines auditions sont complètement couvertes, aussi plus encore qu'en hiver sont-ils indésirables.

Si la lutte contre les parasites industriels est possible celle contre les parasites atmosphériques est très difficile. C'est qu'en effet on ne peut ici, comme là, attaquer le mal à sa source, et on est bien obligé d'essayer de les éliminer à la réception. Or, on sait que les atmosphériques proviennent d'ondes très amorties et par conséquent de sélectivité très lâche. On conçoit dès lors toute la complexité du problème. Justement parce qu'il est ardu il est nécessaire de remonter plus loin. Si du moins l'élimination totale est impossible on peut rechercher dans la construction d'un poste récepteur de trafic, ou dans l'établissement d'un horaire de transmission ou encore dans le choix d'une longueur d'onde d'émission les conditions les moins défavorables.

Des organisations scientifiques comme celle du *Radio Research Comittee on Atmospheries* en Angleterre, des savants français dont les initiatives privées sont secondées par les autorités militaires, poursuivent tant en France qu'à l'étranger leurs travaux de recherches et de contrôle. M. Léon de la Forge signalait dans l'*Antenne* du 11 mai dernier les questions posées par M. R. A. Watson Watt dans *World Radio* du 25 avril :

1° Est-ce que tous les éclairs donnent naissance à des atmosphériques ?

2° Est-ce que tous les atmosphériques proviennent d'éclairs ?

3° Est-ce que tous les atmosphériques proviennent de perturbations météorologiques voisines du récepteur ?

4° Est-ce que tous les atmosphériques proviennent de perturbations météorologiques sans que celles-ci soient forcément voisines du récepteur ?

5° Est-ce que les perturbations météorologiques produisent des atmosphériques ?

6° Est-ce que tous les atmosphériques ont leur origine dans la basse atmosphère ?

7° Est-ce que tous les atmosphériques ont leur origine dans l'atmosphère ?

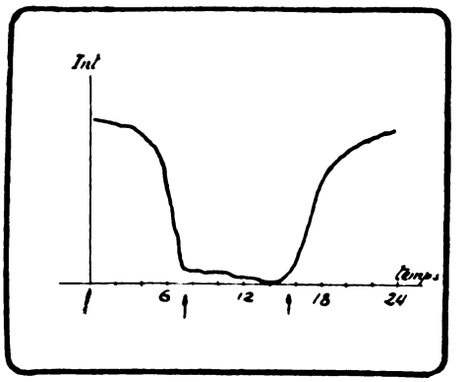


FIG. 1

Voici suscités par ces demandes quelques renseignements à ce sujet : Il sera envisagé d'abord les résultats expérimentaux nettement acquis, puis, avec les hypothèses sur leurs origines, la liaison des parasites envisagés avec les phénomènes atmosphériques. On séparera d'ailleurs nettement ce qui est hypothèse et ce qui est contrôlé indubitablement par l'expérience. Incidemment il sera nécessaire de donner quelques notions sommaires sur certains phénomènes météorologiques; ces connaissances, assez récentes, étant en général peu connues des amateurs de T.S.F. puisque assez éloignées de leur partie.

Enfin un résumé sous forme de tableau donnera d'une façon succincte à tous les amateurs curieux de savoir, ce qu'il faut connaître sur les parasites atmosphériques.

I. — *Résultats expérimentaux*

Un nombre incalculable d'expériences, faites tant par les amateurs bénévoles que dans des centres d'écoute spécialisés et munis d'un matériel *ad hoc*, à l'étranger et en France (postes militaires et civils), ont mis tout le monde d'accord sur un certain nombre de résultats sans cesse contrôlés et que d'ailleurs n'importe quel amateur peut vérifier même sans appareil spécial.

1° Différentes sortes d'atmosphériques. L'écoute suivie au casque a permis de distinguer deux sortes de parasites atmosphériques suivant les bruits qu'ils donnent à l'écouteur.

a) Les uns sont des « claquements » secs, des déchirures très brusques. Ils se succèdent à intervalles très variables. Tantôt ils sont si près les uns des autres qu'on peut à peine les compter, tantôt ils s'espacent et il faut attendre plusieurs secondes voire des minutes pour les entendre de nouveau.

On entend les « claquements » [1] en toute saison, hiver comme été et il est impossible de caractériser leurs variations. On peut les entendre aussi bien en plein jour qu'en pleine nuit dans l'après-midi comme dans la matinée. En un mot ce sont les atmosphériques les plus fréquents.

a') A ces claquements de fréquences très variables et de variation anarchique se superposent d'autres atmosphériques qui produisent à l'écouteur le même bruit. On les distingue cependant parce que l'écoute continue a montré qu'ils possédaient une variation diurne typique. Leur intensité (nombre de claquements à la minute) passe par un maximum net la nuit. Ils apparaissent après le coucher du soleil et disparaissent à son lever.

La courbe (fig. 1) donne une idée de cette variation. C'est surtout en hiver qu'on les entend et c'est à ce moment que leur variation est caractéristique.

[1] Ce sont les « clicks » des Anglais.

Digitized by Google

Lorsqu'ils existent en été leur présence est souvent marquée par la deuxième sorte d'atmosphériques.

b) Ces autres parasites font entendre des roulements [1]. Une oreille même non exercée les distingue facilement des « claquements ». Ils existent, disions-nous, au moment des périodes chaudes et à ce moment ils montrent une variation diurne très accusée. La courbe (fig. 2) donne l'allure du phénomène. C'est surtout dans l'après-midi qu'ils sont intenses lorsque le soleil a passé le méridien.

En résumé, en été c'est plutôt l'après-midi que les réceptions sont gênées par les atmosphériques « grinders ». La nuit l'écoute peut être plus facile et les radio-concerts plus purs.

En hiver c'est au contraire la nuit que les messages sont difficilement lisibles. Les atmosphériques gênants sont alors les « clicks », ils font trêve le jour.

En dehors de ces deux types à variation diurne il existe une autre sorte d'atmosphériques du genre « clicks ». Ils se font entendre irrégulièrement la nuit comme le jour, l'été comme l'hiver.

Voici pour les variations dans le temps. N'y en a-t-il pas aussi dans l'espace ? Autrement dit les parasites atmosphériques affectent-ils également tous les appareils récepteurs quelle que soit leur situation ? L'expérience répond non.

2° Influence de la situation géographique. L'intensité moyenne annuelle par exemple, des parasites atmosphériques varie avec la latitude, avec l'altitude, avec l'orographie.

a) Latitude. — Dans l'hémisphère nord au fur et à mesure qu'on s'approche de l'équateur le nombre d'atmosphériques augmente, toutes choses égales par ailleurs. D'une façon générale on a constaté une recrudescence de parasites lorsqu'on descend en latitude.

Les stations de Suède et Norvège sont, sous ce rapport, privilégiées en comparaison de celles de l'Afrique Occidentale Française. Parmi les parasites que ces derniers reçoivent les « roulements » sont beaucoup plus importants que les « claquements ».

b) Altitude. — Les variations de la fréquence des atmosphériques avec l'altitude des postes récepteurs sont énormes. Les postes de montagnes entendent beaucoup plus souvent des « claquements » que des « roulements ». Ces derniers, sous nos latitudes, sont beaucoup plus fréquents dans les plaines que dans les régions accidentées.

c) Continent. — En pleine mer les bateaux sont beaucoup moins gênés par les atmosphériques que leurs correspondants terrestres. A moins de descendre vers les très basses latitudes on peut dire qu'ils n'entendent que très rarement les « roulements ». Cependant les « claquements » sont aussi fréquents sur mer que sur terre. Des observations répétées ont montré que les postes continentaux situés au centre de grandes masses de terre sont davantage gênés par les atmosphériques que leurs collègues côtiers.

Malheureusement la situation géographique d'un poste à grand trafic ne se recommande pas en général. Mais on peut choisir la longueur d'onde d'émission sur laquelle, à l'écoute, les parasites gênent le moins.

3° Variations avec la longueur d'onde. Des recherches systématiques ont été entreprises depuis fort longtemps. Elles conduisent aujourd'hui aux résultats suivants. Là encore les expériences (écoutes, enregistrements, etc.) montrent l'existence de deux sortes d'atmosphériques.

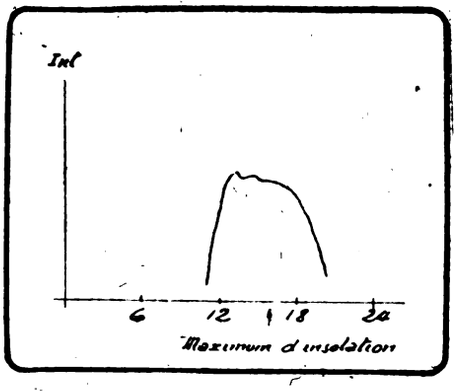


FIG. 2

a) Une première catégorie concerne les atmosphériques que l'on entend le plus souvent. Elle comprend surtout les « claquements » de variations irrégulières et ceux à variation diurne.

On a constaté — et tous les amateurs qui ont fait de l'écoute en Morse le savent bien — que les grandes longueurs d'onde sont beaucoup plus brouillées que les ondes courtes. Si on porte en abscisse les longueurs d'onde et en ordonnée un coefficient de lisibilité des messages télégraphiques établi par moyenne, on trouve un résultat surprenant par sa simplicité : la variation est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. La courbe (fig. 3) en donne l'allure. Ce n'est pas une courbe expérimentale; elle concrétise un ensemble d'autres courbes particulières qui, elles, traduisent directement des faits d'observations. Le « coefficient de lisibilité » introduit évidemment une « équation personnelle » qu'on est tenté de supposer assez forte. Cependant si on tient compte de la façon dont ces courbes sont construites, du grand nombre d'expérimentateurs, de l'approximation de l'erreur relative assez lâches qu'on demande on comprend qu'il fournit assez exactement les renseignements qu'on demande qui ne sont autre chose que l'allure d'un phénomène et non sa mesure.

b) La deuxième catégorie renferme plutôt les atmosphériques du type « roulement ». Leur nombre augmente non pas d'une façon proportionnelle à la longueur d'onde mais d'une façon beaucoup moins régulière. Dans la bande 5000-8000 ils croissent avec λ, au delà ils semblent se stabiliser. La fig. 4 donne une idée des courbes expérimentales de lecture de messages qui expliquent les résultats ci-dessus.

En résumé l'étude de la variation du nombre et de l'intensité des atmosphériques suivant les différents éléments spécifiques du lieu et du moment de la réception, conduit à les diviser en deux groupes :

1° les « claquements » dont certains subissent une variation diurne (maximum de nuit) et qu'on entend plus particulièrement l'hiver; dont d'autres se trouvent en toutes saisons mais plus particulièrement dans les régions élevées en altitude et aussi en latitude et qui se font d'autant mieux entendre que la longueur d'onde est plus grande ;

2° les « roulements » à évolution diurne caractéristique (maximum l'après-midi) qui sont beaucoup plus intenses l'été que l'hiver, aux basses latitudes qu'aux hautes, sur terre que sur mer, et qui varient avec la longueur d'onde en se faisant entendre surtout sur les λ supérieures à 5000 m.

Tous ces faits expérimentaux ont suscité les explications de bien des chercheurs. Leurs théories veulent expliquer non seulement les variations que nous venons de signaler mais encore leurs liaisons — indubitables — avec certains phénomènes météorologiques.

Nous nous excusons d'ouvrir ici une parenthèse, mais comme il est nécessaire d'employer certains termes techniques nous croyons utile de donner les explications succinctes strictement nécessaires.

II. — *Quelques notions de météorologie*

Nous ne reviendrons pas sur la nature des éléments que les météorologistes enregistrent (pression atmosphérique, tendance barométrique, direction et vitesse du vent, température, hauteur de pluie, humidité, état du ciel, visibilité) [1]; sur la façon dont ils sont rapidement transmis à un organisme centralisateur [2] qui confectionne (au moins 4 fois par jour pour l'Europe) une série de cartes du temps sur lesquelles sont élaborées les prévisions régionales, techniques, particulières, d'avertissements à bref échéance, etc... Nous ne rééditerons pas davantage les quelques renseigne-

[1] En anglais « grinders ».

[1] Voir *Radioélectricité*, n° 56, novembre 1928, p. 8 et suivantes.

[2] Voir *Radioélectricité*, n° 50, mai 1228, p. 39 et suivantes.

Digitized by Google

ments donnés sur les nuages (classification, nature) et sur leurs groupements organisés (systèmes nuageux) [3]. Cependant nous supposerons ces connaissances acquises pour parler tout d'abord du relief isobarique.

Lorsque sur une carte, où sont enregistrées les pressions locales réduites à 0° et au niveau de la mer, on joint tous les points d'égales pressions on obtient une courbe isobare. Supposons qu'on les trace de 5 en 5 millibars. On obtient tout un réseau de courbes dont beaucoup se forment. L'ensemble ressemble fort à un tracé topographique avec ligne de niveau. On pousse cette comparaison jusque dans les termes. On appelle *anticyclone* ou massif anticyclonique les centres de haute pression et plus généralement toutes les régions de la carte

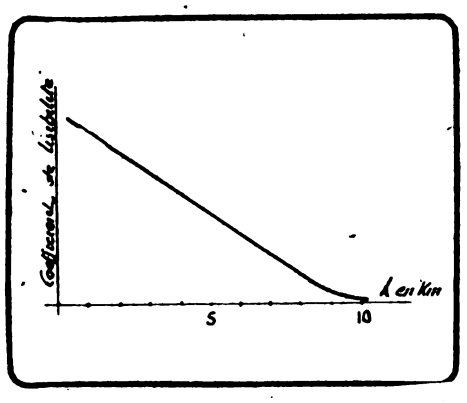


FIG. 3

où la pression est supérieure à 1.025 millibars. On appelle *dépression* la cuvette dessinée par les courbes de basses pressions ou plus généralement toutes régions où la pression a une valeur inférieure à 1.025 millibars. (A remarquer que l'isobare 1.025 est tout arbitraire et que son choix résulte d'une entente internationale).

On appelle *dorsale* tout promontoire de hautes pressions entre deux dépressions ; et *thalweg* le relief inverse (fig. 5). On appelle *gradient barométrique* la pente des surfaces isobares.

$$\alpha = \frac{\Delta p}{\Delta n}$$

On prend pour Δp 5 millibars et pour Δn la distance « normale » qui sépare deux isobares voisines.

On appelle *marais barométrique* toute région à gradient plat, c'est-à-dire peu accidenté.

On voit comment le langage topographique sert en météorologie à caractériser le champ isobarique lorsqu'il est matérialisé par ses lignes d'égales pressions.

[3] Voir *Radioélectricité*, n° 59, février 1929, p. 51 et suivantes. (*Erratum:* lire « Marge » au lieu de « Nuage » sur la fig. 2, p. 52.)

Ce relief isobarique est excessivement mobile, il se modifie sans cesse suivant des lois capricieuses que d'anciens météorologistes qui disposaient de documents insuffisants avaient vainement essayé de dégager. Aujourd'hui une méthode excessivement féconde dans ses résultats le considère comme résultant de la superposition de deux éléments. 1° un champ de pression préexistant ; 2° des perturbations constituées par des variations de pression en hausse ou en baisse. Le champ initial n'évolue pas dans l'espace et il se trouve modifié dans le temps par le passage des perturbations.

Une baisse creuse une dépression, une hausse un anticyclone. On sait les isoler du champ persistant et on a constaté qu'elles suivent un trajet déterminé, par famille, en tournant dans le sens trigonométrique autour des dépressions et par suite dans le sens des aiguilles d'une montre autour de certains anticyclones. Ces masses qui se modifient peu dans le temps représentent sensiblement le champ isobarique primitif. On dit que l'anticyclone est « centre d'action » et qu'il dirige autour de lui une famille de perturbations qui sur les cartes se traduisent par des dépressions ou des anticyclones *mobiles*, traces sur le champ isobarique des hausses ou des baisses barométriques. Cette région de l'espace où se déplacent les perturbations se nomme « *lit de variation* », elle se trouve située sur le flanc des anticyclones-centres d'action. Or, ces centres d'actions ne sont pas rigoureusement fixes, en 15 jours, un mois et souvent beaucoup moins, ils changent de valeur et de position, par conséquent le lit de variation se déplace et par suite le trajet des dépressions mobiles. D'autre part si l'élément perturbateur qui est la variation de pression se déplace régulièrement et conserve la même valeur autrement dit si le « noyau de variations » conserve son individualité il n'agit pas moins sur un champ isobarique qui n'a pas partout la même valeur absolue par conséquent la perturbation résultante va se modifier constamment en forme et en position.

Ces raisons expliquent pourquoi il est impossible de trouver des lois aux déplacements des dépressions mobiles et pourquoi il est nécessaire d'isoler le « noyau de variation de pression ».

En langage mathématique on dira que la pression en un lien est fonction du temps :

$$p = f(t)$$

On ne connaît pas la fonction $f(t)$ mais on peut connaître sa dérivée :

$$\frac{dp}{dt} = \psi(t)$$

On trace $\psi(t)$ et en intégrant on remonte à $f(t)$. C'est là, en peu de mots, tout le principe de la prévision par la méthode des noyaux de variations.

Ainsi, par une voie détournée, il est possible de prévoir l'emplacement et la valeur des dépressions mobiles, c'est-à-dire ce qui est à la base du système de prévision du temps.

Mais à quoi sont dues ces dépressions? Pourquoi y a-t-il des anticyclones fixes et d'autres mobiles ? On trouve la réponse en analysant thermiquement les différentes régions d'une dépression.

La représentation thermique est celle de la fig. 6 *a*. On y voit deux masses d'air à température différente, l'une est dite chaude et l'autre froide. La zone d'air chaud se trouve à l'intérieur, celle d'air froid à l'extérieur. Les flèches in-

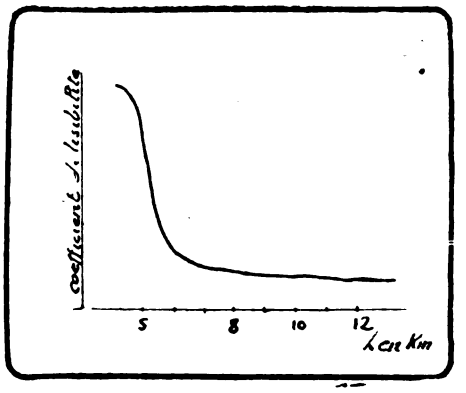


FIG. 4

diquent la direction du vent, c'est-à-dire le déplacement des masses d'air. Comme ces directions sont sensiblement tangentes aux isobares elles donnent aussi une idée de la représentation isobarique de la dépression. Les deux masses d'air sont séparées par deux lignes qu'on appelle « *Front froid* » et « *Front chaud* ». Elles sont la trace sur le sol des surfaces qui limitent les deux masses d'air de température différente. C'est donc une surface de discontinuité de température, aussi les fronts s'appellent-ils quelquefois « *ligne de discontinuité* ». Les surfaces de séparation sont inclinées sur l'horizontale en faisant un angle très aigu (0°,3′ environ). Une coupe verticale dont la trace est $x\,y$, donne la représentation schématique de la fig. 6 *b* qui montre de plus la correspondance avec les systèmes nuageux dont on a vu l'ensemble dans le *Q.S.T.* de février 1929. Le corps du système nuageux correspond à la pluie de front chaud, les averses de Traine au passage du front froid. Dans le premier cas l'air chaud glisse en montant sur l'air froid, dans le deuxième cas l'air froid s'insinue en « coin » dans l'air chaud en provoquant d'ailleurs des mouvements ascendants importants dont les conséquences au point de vue des parasites atmosphériques nous apparaîtront plus loin. La dépression figurée ici est une dépression idéale à son maximum de dé-

Digitized by Google

veloppement; à sa naissance elle était beaucoup plus aplatie en ce sens que les fronts étaient dans le prolongement l'un de l'autre; lorsqu'elle est en voie de disparition au contraire les deux fronts tendent à s'accoler, la masse d'air chaud centrale tendant à s'élever en altitude. On dit que le cyclone est en voie de *séclusion*. Il peut alors être régénéré, mais plus souvent il s'évanouit. On dit qu'il y a « *occlusion* ». L'air chaud continue à monter et bientôt il n'y a plus au sol que de l'air froid, les deux fronts se sont alors réunis pour former un « *front double* » à caractère orageux. Comme les deux masses d'air froid n'ont pas forcément la même température, le front d'occlusion amène des pluies de courtes durées qui ont le caractère soit de pluies de front chaud, soit d'averses de front froid.

La structure théorique décrite ci-dessus n'est pas toujours réalisée. Il arrive souvent en effet dans nos régions que la masse d'air froid se fragmente en plusieurs autres à températures différentes séparées par des zones de discontinuité dont la trace sur le sol forme des « *fronts secondaires* ». Tous ces fronts secondaires convergent vers un même point qui est le centre du cyclone (fig. 7). Si on trace sur la carte les zones de discontinuité la figure prend l'aspect des branches d'un parapluie ouvert.

Le fronts secondaires comme les fronts thermiques principaux se tracent sur une carte du temps qui porte non seulement en chaque point, figuratif de la station, la pression (en dixième de millibars) et la direction du vent avec sa force (nombre ou grandeur des barbules de la flèche), mais encore les températures au sol et les météores (pluie, averse de pluie, de grêle. de neige, etc.) C'est qu'en effet, à cause des variations locales au sol, le front thermique n'apparaît pas toujours comme une discontinuité de température (celle-ci à bien lieu en altitude mais les sondages ne forment pas un réseau assez serré pour tracer une carte) alors qu'il se voit toujours par les discontinuités dans la direction et la force du vent *(voir les schémas* fig. 6*)* et par les lignes de pluies (front chaud) ou d'averses (front froid) qui les jalonnent.

La carte donnée dans le *Q.S.T.* de novembre 1928 [1]. tracée uniquement avec les « observations » du *Météo-France* du 14 juin 1928 donne un exemple de front froid. On y remarquera le tracé anguleux des isobares qui atteste les discontinuités de direction de vent. Remarquons, en passant, que si un front thermique met en évidence une discontinuité dans la température, dans le régime des vents (direction et force), dans le degré d'humidité, il n'y a jamais de discontinuité de pression.

[1] *Radioélectricité et Q.S.T. Français*, n° 56, p. 13.

D'où proviennent ces masses d'air à températures nettement différentes ? Répondre à cette question c'est expliquer la formation des cyclones ou dépressions mobiles. Résumons brièvement la

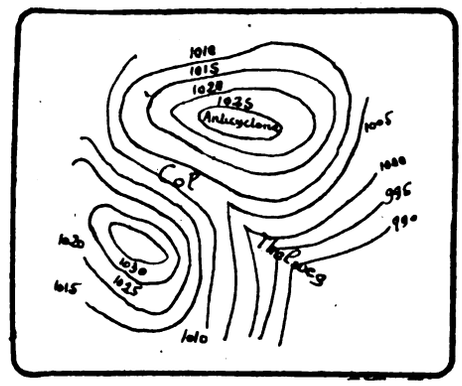


FIG. 5

théorie de Bjerknuess. Par suite de l'inégalité d'insolation des différentes régions du globe il se produit un double mouvement de l'air des pôles vers l'équateur et de l'équateur vers les pôles comme le voulait d'ailleurs l'ancienne théorie des alizés et contre-alizés, mais celle-ci demande à être revisée. La friction de la masse d'air froid (air polaire) contre celle d'air chaud (air tropical) se complique du mouvement de rotation de la Terre. Il en résulte un mouvement tourbillonnaire. La trace sur le sol de la surface de rencontre ou « front polaire » se trouve alors ondulée, festonnée. Chaque ondulation constitue une dépression mobile ou cyclone comme celle que nous venons d'étudier. Le front polaire se compose donc d'une succession de fronts froids et de fronts chauds, limitant d'un côté l'air tropical de l'autre côté l'air polaire.

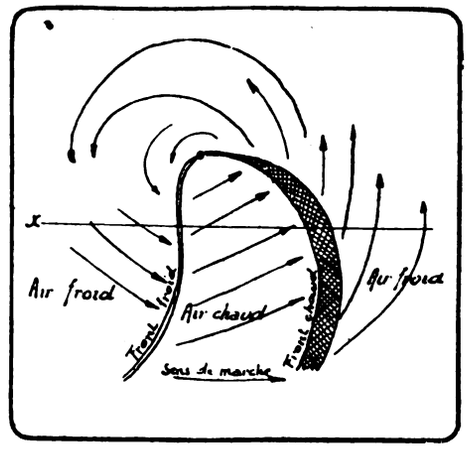


FIG. 6 A

Ce vaste front de discontinuité n'est pas continu tout autour de la Terre, il se trouve limité à une famille de perturbations (ou dépressions mobiles). A l'extrémité du front l'invasion d'air polaire vers l'équateur se nomme « vague polaire » ou plus fréquemment « coup de balai ».

Cette théorie établie sur les bases mathématiques de la mécanique des fluides et journellement vérifiée par l'expérience, rend compte non seulement de la formation particulière et de l'évolution des cyclones, mais donne une vue d'ensemble sur la répartition des températures et par suite des vents à la surface du globe. En outre elle établit un système de prévision du temps. C'est en l'appliquant quotidiennement à l'*Office National Météorologique* que M. Wehrlé a montré qu'il pouvait exister parallèlement au front polaire des *pseudo fronts de discontinuité* formés par l'air polaire d'un coup de balai réchauffé au contact du sol des latitudes moyennes. Les famille de cyclones évoluent le long de ces fronts lorsqu'ils existent et compliquent alors la situation. Nous aurons à reparler ainsi du pseudo front méditerranéen.

III. — *Origine et liaison avec les phénomènes météorologiques.*

Nous savons maintenant ce que c'est que le « Relief isobarique », et comment les « dépressions mobiles » (ou cyclones) se déplacent autour des « Centres d'action ». Nous avons vu les « Fronts thermiques » et leur liaison avec les « Systèmes nuageux » ainsi que leur évolution (séclusion, occlusion). Nous savons comment ils se forment et ce que c'est que « l'air polaire » l'air « tropical » et le « Front polaire ». Enfin nous avons eu une idée de la formation des « Pseudo-fronts ».

Quoique très sommaires ces quelques notions de météorologie sont suffisantes pour comprendre les termes que nous allons employer en expliquant les idées actuelles sur la liaison des atmosphériques avec les phénomènes météorologiques.

Plusieurs théories existent. Nous nous en tiendrons à celle dont les hypothèses sont vérifiés depuis longtemps et contrôlées encore journellement à l'Office National Météorologique qui reçoit outre son réseau d'observations nécessaires ou tracé des cartes du temps, des comptes rendus d'écoutes de parasites atmosphériques, faites par des stations radiotélégraphiques en service « de veille ».

Dès 1922, F. Herath de l'observatoire météorologique de Linderberg montrait l'interdépendance des fronts thermiques et des recrudescences d'atmosphériques. Ses travaux ont été précisés et contrôlés par le Capitaine Bureau de l'O.N.M. qui a créé pour cet office, le réseau de postes récepteurs d'écoute de parasites, dont certains sont dotés d'appareils enregistreurs. Ce sont les résultats de ces mesures et de ces études qui sont résumés ici.

On a vu que les atmosphériques se divisaient nettement en deux classes qu'on peut distinguer par le bruit qu'ils font à l'écouteur. Au point de vue météorologi-

Digitized by Google

que la division persiste. Les « claquements » et les « roulements » ont des origines différentes et on les observe dans des situations isobariques ou thermiques différentes.

1° *Atmosphériques-craquements.*

Il faut distinguer ceux qui possèdent une variation diurne nette (maximum la nuit) et ceux qui n'en ont aucune.

a) Les premiers s'entendent surtout par beau temps. En hiver — saison où ils se manifestent — l'air est calme et le froid sec. Météorologiquement parlant, ils apparaissent dans les zones anticycloniques qui jouent le rôle de centres d'action en dirigeant un courant de perturbations. Ils ne se rencontrent donc jamais par ciel couvert et pluie, ou par ciel nuageux avec averses et éclaircies.

On attribue par suite leur origine, non pas à une arrivée d'air polaire ou d'air tropical puisqu'ils ne s'entendent pas dans les situations isobariques qui correspondent au lit de variations, mais à des courants de convection descendant « par inversion anticyclonique ». Expliquons ce qu'on entend par là. On sait qu'en général la température décroît avec l'altitude, au moins tant qu'on ne quitte pas les limites de la troposphère (couche d'air voisine du sol de 10 à 15 km. d'épaisseur). En effet, d'une part, l'air sec des hautes altitudes (10 km.) n'absorbe pas la chaleur solaire, d'autre part on sait que la détente adiabatique (c'est-à-dire sans échange de chaleur avec le milieu voisin) d'une masse d'air s'accompagne d'un abaissement de température et qu'au contraire toute compression est corrélative d'une élévation de température. Par conséquent dans son mouvement descendant l'air se réchauffe et aux basses altitudes sa température est plus élevée. Les calculs thermodynamiques faits sur cette hypothèse donnent des résultats en accord avec l'expérience.

Or, on constate quelquefois le phénomène inverse : au fur et à mesure qu'un ballon-sonde s'élève, il enregistre des températures de plus en plus élevées. On dit alors qu'il y a « inversion de température ». On l'explique soit par rayonnement (perte de chaleur) des couches terrestres dans les couches élevées, soit par des mouvements descendants de moindres amplitudes entre les couches basses et les couches élevées produisant des réchauffements différents. En fait, on ne rencontre les inversions de températures que dans les masses d'air polaire des anticyclones ou des dorsales où les sondages décèlent des mouvements descendants importants.

Parallèlement les messages radiotélégraphiques sont troublés par les atmosphériques-craquements, et cela avec plus d'intensité la nuit que le jour, l'inversion de température augmentant en fin de journée. Par ailleurs il n'est pas douteux que l'influence ionisante des rayons ultra-violets solaires rende l'air meilleur conducteur le jour que la nuit, cette influence se faisant sentir surtout par temps calmes.

En résumé, par suite de l'électrisation par frottement due aux mouvements descendants des masses d'air ou par suite des petites décharges locales dues aux variations de qualité du diélectrique qui est l'air, on entend les atmosphériques-craquements à variations diurnes par les situations anticycloniques à l'abri des perturbations, c'est-à-dire d'une façon moins précise, mais aussi moins technique par « beau fixe ».

b) La seconde sorte de craquements qui n'a pas de variations diurnes a une origine tout à fait différente. Il est établi depuis plusieurs années que leur existence est liée à celle des Fronts froids. De très nombreuses observations ont montré, en effet, qu'ils apparaissent avec la masse d'air polaire qui succède à l'air tropical et qu'ils persistent avec elle.

Cette liaison des atmosphériques avec les Fronts froids explique :

1° pourquoi ils n'ont aucune variation diurne ;

2° pourquoi ils se trouvent aux latitudes moyennes des pays « tempérés » — extension dans ces régions du Front polaire ;

3° pourquoi ils sont aussi fréquents sur terre que sur mer ;

4° pourquoi ils existent en toutes saisons.

Ainsi, puisque le Front froid est lié à la Traine des systèmes nuageux, ils signalent à proximité, l'existence d'une région où le ciel est nuageux à très nuageux avec averses, grains et éclaircies. On les entend en effet à la station d'écoute lorsque le Front est à une distance de 50 à 300 km, et souvent de 100 km. en France. Donc lorsqu'on se trouve sous une pluie de front chaud nettement caractérisée et qu'on entend les « craquements » brefs et violents pendant l'écoute des radio-concerts on peut prédire à coup sûr une « amélioration » c'est-à-dire un ciel nuageux au lieu de couvert avec averses locales intermittentes au lieu de pluie continue et générale.

Ces averses et grains peuvent être orageux. Dans ce cas, et lorsque l'orage est près de la station, on entend d'autres parasites très violents qui sont dus aux ondes électro-magnétiques émises par l'éclair. Ils existent non seulement dans les orages de « lignes de grains » que nous signalons ici, mais bien évidemment aussi, dans les orages de fronts doubles qui sont liés au système Orageux et non pas aux Traines des systèmes dépressionnaires.

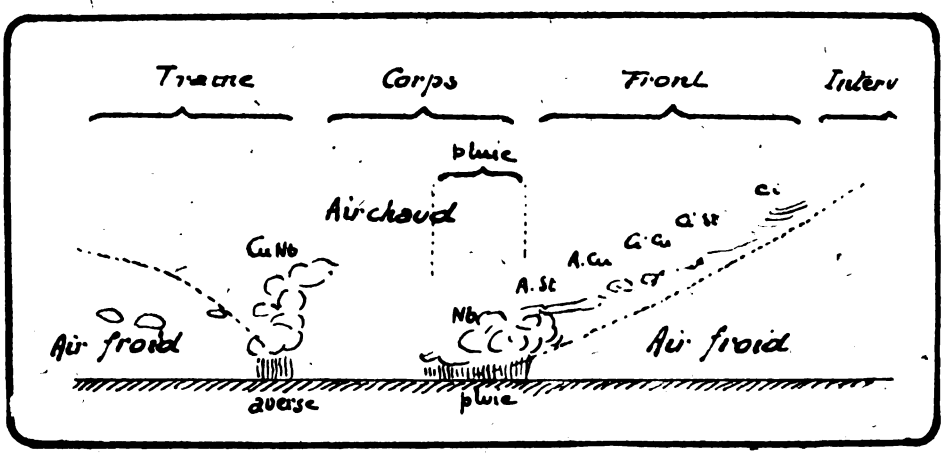


FIG. 6 B.

De toute façon il ne faut envisager ces « craquements » que comme un cas particulier des atmosphériques d'air polaire ; Fronts froids en général, quelquefois Fronts doubles.

Dans le cas de situations isobariques se traduisant thermiquement par des Fronts secondaires on observe un redoublement de l'intensité et de la fréquence des parasites lorsqu'un second front froid arrive au voisinage de la station.

Si, au contraire, c'est le Front chaud d'une seconde perturbation qui succède à la Traine de la précédente les atmosphériques diminuent ou disparaissent complètement.

Puisqu'ils apparaissent à l'approche d'un front froid et qu'ils disparaissent à l'arrivée d'un front chaud il est logique de lier leur origine à la masse d'air polaire et d'y situer leur source. Cette théorie qui a subi un contrôle expérimental rigoureux — et qu'il serait trop long d'expliquer ici — est féconde en applications météorologiques (Renseigne-

Digitized by Google

ments sur la structure des fronts de discontinuité : affaissements. Prévision. Etc...)

Quant à leur naissance on peut l'expliquer par l'existence de décharges locales après électrisation par frottement [1]. On sait en effet que la masse d'air polaire qui s'insinue en « coin » dans l'air tropical est animé de mouvements ascendants qui peuvent être très violents. Le fait est vérifié non-seulement par les sondages par ballons-pilotes à deux théodolites, mais encore par l'aspect chaotique des ciels de traîne ou encore par l'épaisseur verticale énorme de leurs nuages caractéristiques : les cumulo-nimbus. Les courants de convection dus à cette instabilité verticale de l'air polaire créent des frottements entre les masses d'air, et on peut expliquer ainsi l'origine de la production d'atmosphériques [2].

D'autre part, des mesures montrent que l'intensité et la direction du champ électrique au voisinage du sol subissent de brusques et fortes variations qui ne sont pas complètement étrangères aux variations de température de l'air. Il y a donc, là aussi, une source de parasites atmosphériques.

De toute façon quelle que soit la cause qui les produit, il est indéniable qu'ils proviennent d'une masse d'air polaire et que leurs sources se déplacent avec elle. C'est pour cette dernière raison que le Capitaine Bureau les appelle « atmosphériques migrateurs ».

2° Atmosphériques-roulements.

Ce nom s'oppose d'ailleurs à celui d' « atmosphériques stagnants » que le même auteur donne à la seconde catégorie de parasites que nous avons jusqu'ici distinguée par le bruit de roulement qu'on entend à l'écouteur téléphonique. C'est qu'en effet ils ne sont liés à aucune masse d'air en déplacement. Ils naissent et meurent au même endroit. On a vu qu'ils subissaient une variation diurne très marquée avec maximum coincidant avec le maximum d'insolation. On sait aussi que sous nos latitudes ils existent surtout à la saison chaude et qu'ils sont plus intense vers l'équateur et les tropiques que vers les hautes latitudes. On est donc en droit de lier leur existence à celle du rayonnement terrestre de la chaleur solaire, d'autant plus que ces parasites sont plus intenses sur terre que sur mer.

L'air froid d'un « coup de balai » d'une fin de famille de cyclones évoluant le long du Front polaire peut se réchauffer au contact du sol subissant intensément l'action solaire et jouer le rôle d'air chaud en formant un « Pseudo-front » comme il a été expliqué précédemment. Dans nos régions un tel phénomène se produit aux alentours du bassin méditerranéen. Le réchauffement du sol par le soleil crée donc le pseudo-front méditerranéen. Les courants de convection qui naissent de cet échauffement créent les parasites-roulements. On entend donc ceux-ci — comme le montre d'ailleurs l'expérience — dans les situations isobariques correspondant aux pseudo-fronts de discontinuités.

Remarque. — Signalons, simplement pour mémoire, que des études radiogoniométriques, entreprises depuis longtemps et qui se poursuivent toujours, recherchent la direction d'où proviennent les atmosphériques.

D'après ce qui précède ils seraient orientés par les phénomènes météorologiques et se déplaceraient avec eux (atmosphériques migrateurs) ou bien auraient une direction fixe: celle des pseudo-fronts. Les auteurs qui poursuivent ces recherches à l'aide d'appareils enregistreurs genre O.N.M. ou cathodique — veulent vérifier expérimentalement des théories différentes de celles que nous avons données ici. Ce sont les idées de « l'école américaine » sur lesquelles nous n'insisterons pas puisque nous ne parlons que des faits contrôlés et vérifiés suivant les méthodes de l'école française qui a à sa tête le Capitaine Bureau dont les comptes rendus à l'Académie des Sciences font autorité.

N. — RESUME

Après avoir passé en revue les résultats expérimentaux qui nous ont fourni, avec une classification des atmosphériques d'après les bruits qu'ils causent, l'allurè de leurs variations avec l'époque de l'année, la position géographique, la longueur d'onde; après avoir eu une idée de leurs liaisons avec les phénomènes atmosphériques, il est bon de donner un tableau-résumé succinct qui mette dans un même ensemble tous ces résultats sous les yeux.

Il ressort de ce résumé que les atmosphériques peuvent se faire entendre par n'importe quel temps.

En été s'il fait beau avec de fortes chaleurs des roulements continus troublent les réceptions surtout au moment de l'écoute des radio-concerts de l'après-midi.

En hiver, s'il fait un beau « froid sec » ce sont les craquements qui viennent gêner les auditions et particulièrement celles qui ont lieu après le coucher du soleil.

Enfin si le ciel est variable: averses, éclaircies, grains, des craquements brefs et violents se font entendre à toute heure du jour. Ils sont particulièrement indésirables si le grain est orageux ou si un système orageux est dans le voisinage.

Il n'y a guère que par temps de pluie caractérisée (ciel couvert par alto-stratus et nimbus, c'est-à-dire pluie de front chaud), que les parasites font trêve — au moins dans leur action audible à l'écouteur.

Ce résumé met aussi en évidence autre chose. En lisant la colonne « Origine », on constate que tous les atmosphériques doivent leur existence à la chaleur solaire. C'est bien en effet le soleil qui cause directement l'échauffement du sol et indirectement les inversions de température ainsi que la circulation générale atmosphérique à la surface du globe et par suite les mouvements de « l'air polaire » et de « l'air tropical ».

Si on ajoute à cela son action dans la stratosphère et l'ionisation par les rayons ultra-violets on peut à juste raison le considérer comme le plus grand produc-

TYPES	ORIGINE	LIAISON MÉTÉOROLOGIQUE	VARIATIONS AVEC	
			l'époque de l'année	la situation géographique
Craquements (*à variat. diurnes max. la nuit*)	Courants atmosph. dûs aux inversions de température	Zones anticycloniques à l'abri des perturbations	Maxim. l'hiver	
Craquements .. migrateurs (*variat. anarch.*)	Courants atmosph. dûs à l'arrivée en coin « d'air polaire »	« Fronts froids » de la Théorie norvégienne « Fronts doubles » orageux	Aucune	Plus fréquents aux latitudes tempérées. Renforcés par action orographique
Roulements stagnants (*variat. diurne max. le jour*)	Courants atmosph. dûs à l'échauffement du sol	Pseudo fronts de discontinuité Max. diurne avec max. d'insolation	Maxim. l'été	Plus intenses aux basses latitudes; sur terre que sur mer; au sol qu'en altitude

(1) Les décharges électriques orageuses peuvent avoir une autre origine, mais elles produisent néanmoins les mêmes atmosphériques.

(2) Le *parallélisme* entre les courbes de vitesse du vent de l'anémomètre-cinémographe et de celles de l'enregistrement de la fréquence des parasites est souvent frappant par sa régularité.

Digitized by Google

teur de parasites de l'univers. Les résultats de l'éclipse du 9 mai 1929 entièrement et justement prévus par le Capitaine Bureau montrent le bien-fondé de ces observations.

Note sur les moyens de protection.

L'élimination des atmosphériques est excessivement difficile. Le moyen de protection totale, entièrement efficace, n'existe pas dans l'état actuel de la technique moderne.

On croyait autrefois que les bruits parasites étaient dus à des décharges électriques apériodiques. Il est établi aujourd'hui, depuis que Austin l'a montré, qu'elles sont périodiques mais leur amortissement est très grand. C'est justement ce qui rend leur élimination difficile. D'autre part leurs longueurs d'ondes

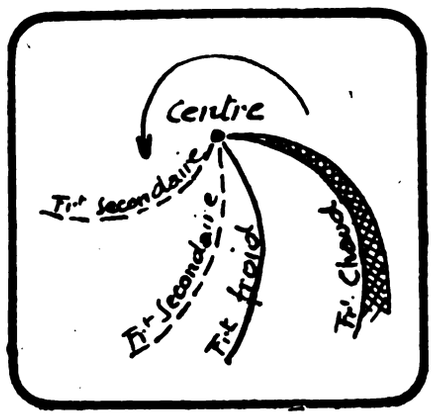


FIG. 7

semblent plus grandes que les plus grandes utilisées en radiotélégraphie. Et cela est fort heureux. Un premier moyen d'élimination partielle sera donc de diminuer la longueur d'onde d'émission des radiogrammes ou des radio-concerts. Mais cela ne suffit pas.

La radiotélégraphie utilise un moyen détourné, excellent dans la pratique. On répète plusieurs fois le radiogramme et on superpose, à la réception, les divers enregistrements. Il est bien rare qu'un parasite vienne brouiller la même lettre, ou partie de lettre, dans les différentes

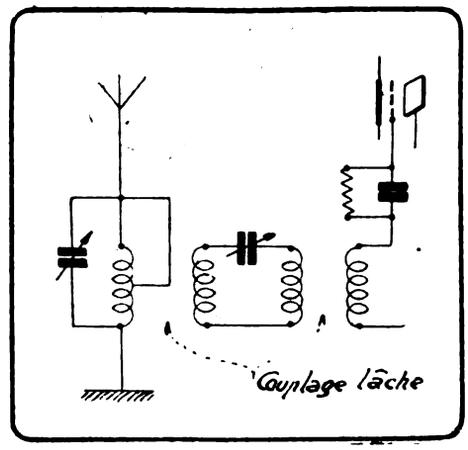


FIG. 9

répétitions. Par ce système, même par atmosphériques intenses et fréquents, la lecture des messages est possible.

En radiotéléphonie il faut attaquer le mal par un autre côté. Tous les dispositifs anti-parasites reviennent à employer des circuits résonants peu couplés à l'antenne. Sous le choc de l'onde amortie émise par l'atmosphérique l'antenne oscille sur sa longueur d'onde propre. Le bref courant induit passera d'autant plus mal que le couplage sera lâche. On peut dans cet ordre d'idée, employer avec plus de succès un circuit intermédiaire en résonance et à résistance faible en couplage lâche avec le circuit de réception (fig. 9). Evidemment on diminue la f. e. m. induite par l'antenne dans le circuit d'accord. On est conduit alors à augmenter l'amplification. Pour cette raison un changeur de fréquences à 4 lampes (dont une moyenne fréquence) sera moins sensible aux parasites atmosphériques avec le dispositif précédent qu'un 3 lampes en accord direct (avec 2 BF) aussi puissant.

Le meilleur procédé actuel réside dans la suppression de l'antenne et dans son remplacement par un cadre qui, à cause de son effet directionnel, recueille moins de parasites que l'aérien. On élimine ainsi non seulement les parasites ayant leurs sources dans des décharges atmosphériques mais encore ceux qui sont dus aux courants circulant dans l'antenne, causés par les variations du champ électrique terrestre entre le sommet et la base du fil relié à la terre, qui sont à des potentiels différents et variables. S'ils n'étaient pas variables il en résulterait un courant *continu* sans aucune importance pour la réception.

En conclusion, si les recherches météorologiques commencent à donner des précisions sur les origines de la production des parasites atmosphériques, leur élimination totale et absolue est encore impossible.

La suppression des crachements dus au poste récepteur lui-même est aujourd'hui de règle; celle des parasites in-

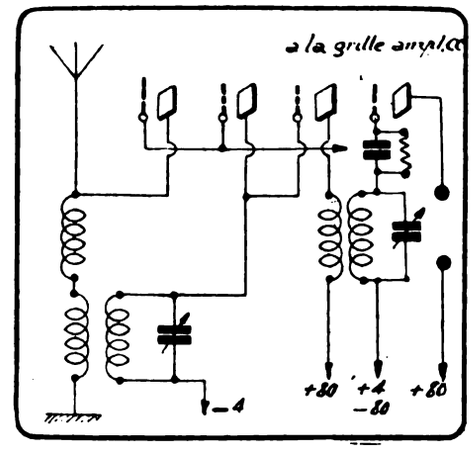
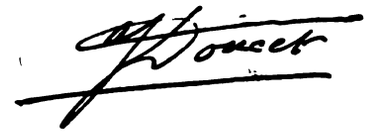


FIG. 10

dustriels fait de jour en jour d'énormes progrès; espérons que nous saurons bientôt nous débarrasser complètement des parasites atmosphériques.



Professeur de physique.

Digitized by Google

Considérations techniques complémentaires des articles de l'antenne

o o o o o o

Bien souvent, au cours d'articles parus dans l'Antenne, *la place a manqué pour développer à souhait des considérations techniques pour lesquelles on a purement et simplement demandé au lecteur d'admettre des conclusions. La plume qui a tracé les articles était d'ailleurs toujours suffisamment autorisée pour que la confiance accordée soit entièrement justifiée.*

Des esprits curieux peuvent pourtant souhaiter que démonstration leur soit faite des propositions avancées; d'une part, ceci justifie les conclusions tirées et permet de souligner la concordance entre la technique et la pratique; d'autre part, il y a lieu d'espérer que ce développement peut donner lieu à des extensions profitables.

En effet, la pratique est la mère des conclusions sans extension car dès qu'on les généralise, qu'on réalise la loi qui les régit on fait de la technique.

Pour répondre au désir des lecteurs, on trouvera chaque mois sous cette rubrique un commentaire technique des articles parus dans les numéros de l'Antenne *récents. Pour ne rien surcharger, aucune répétition ne sera faite car il est si facile et si peu coûteux de se procurer le numéro en question qu'il semble inutile à la rédaction de surcharger des colonnes qui sont naturellement comptées eu égard à la nombreuse copie dont d'éminents correspondants veulent bien nous honorer.*

SOMMAIRE

Antenne 370. — A Compléments de l'article de Planès-Py sur le H 29 type 1930. — B Réflexions corrélatives sur une formule de calcul de coefficient de self-induction.

Antenne 372. — C Ecran ou Baffle de Blanchon. — D Identification et réglage de Leclercq.

Antenne 373. — E Tube ou lampe?. — F Détection par la plaque. — G Hauteur effective d'un collecteur au sujet du récepteur local Pobbierky, par D. Pommier.

Bien entendu, nous espérons que ces considérations seront celles qui répondent aux desiderata du lecteur, mais nous serions heureux qu'ils collaborent avec nous en nous indiquant les articles sur lesquels ils désirent des compléments techniques. Dans le prochain numéro du *Q. S. T.* ils recevront satisfaction en trouvant les extensions nécessaires.

A. — Le H. 29 type 1930. N° 370

Plusieurs dispositifs de mesure de la longueur d'onde entretenue par un oscillateur sont décrits dans cet article.

Je commencerai par rappeler que tout ce qui a trait aux hétérodynes de mesure a été traité dans le *Q.S.T.* sous la plume de M. L'Hopitault (n° 73) ; une description permettant une réalisation intéressante y a été décrite et donne des indications nécessaires à son utilisation. De plus, dans le n° 77 paraîtra une étude comparée des méthodes de mesures par battements en optique, acoustique et électricité, étude qui fera mieux ressortir les différences imposées par la grandeur de la fréquence qu'il s'agit de déterminer.

Mais, il semble surtout intéressant de préciser techniquement la comparaison très suggestive donnée dans les colonnes en question entre un ondemètre à lampes et celui employant un tube au néon. Ceci mérite des précisions par suite de la très grande généralité des questions envisagées.

La mesure de la fréquence des oscillations peut se faire, au point de vue principe, de trois manières en supposant les ondes entretenues :

1° *méthode de Jico:* on oppose des oscillations avec une phase convenable de manière que le résultat soit un silence; il y a alors opposition de phase et égalité de fréquence; ceci ne sera pas étudié aujourd'hui ;

2° *battements* : on amène un oscillateur local à travailler sur une longueur égale à celle incidente; système très précis qui sera étudié sous peu comme annoncé ci-dessus ;

3° *résonance* : on observe une égalité entre la fréquence propre d'un circuit étalonné et celle à mesurer.

On remarquera que c'est à un phénomène de résonance, donc à un maximum que l'on fait appel, il s'ensuit une moins grande précision dans la mesure.

Etant donnée un force électromotrice induite ou née dans un circuit; comment

Digitized by Google

peut-on se rendre compte de la résonance? La question de l'induction sera étudiée au § B.

Soit (fig. 1) un circuit oscillant L R C soumis à une force électromotrice extérieure de pulsation ω. Soit E la valeur de cette force électromotrice. On sait que l'intensité du courant est donné par la formule

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

et que, à la résonance, cette valeur est maxima et telle que

$$I_m = \frac{E}{R}$$

D'autre part, la tension V aux bornes communes du condensateur et de l'enroulement est telle que, à la résonance où

$$L\omega = \frac{1}{\omega},$$

$$V = L\omega I = \frac{I}{C\omega} = E \times \frac{L\omega}{R}$$

Il saute aux yeux que c'est alors que V est maximum.

On peut donc doubler la résonance soit en mesurant l'intensité I, soit en évaluant la tension V.

D'un examen rapide de la question, et d'une pratique rapide on conclut de suite à une beaucoup plus grande précision dans le second cas. C'est ce que je voudrais examiner ici. J'écarte à dessein la question des mesures par absorption qui a déjà été étudiée dans ces colonnes.

Avant d'aller plus loin, on remarquera que la résistance R, représentant l'appareil indiquant la différence de potentiel V sera nécessairement grande. En effet, il apparaît rapidement que plus R est petit plus la dérivation mise sur le condensateur C est effective et atténue l'action de celui-ci.

Dans le cas où on place un indicateur d'intensité en série dans le circuit oscillant (outre les dérivations créées par le besoin d'assurer une certaine luminosité à l'appareil au repos), on augmente la résistance R. Comme

$$I = \frac{E}{R}$$

on diminue bénévolement l'intensité à la résonance: pour rattaper cette perte, on est conduit à se servir d'un couplage plus serré — ce qui augmente E — mais agit sur la précision des mesures en apportant des réactions du circuit de mesure sur l'oscillateur.

Un calcul simple montrera mieux toute la supériorité d'un indicateur de tension placé aux bornes du condensateur C à condition que cet appareil soit d'une très grande résistance interne. Le tube à néon en série avec 500 ou 600.0000 ohms répond parfaitement à ces desiderata.

Dans le cas où on a un indicateur d'intensité, R étant la résistance du circuit oscillant, R_0 celle de l'appareil, on a la résonance.

$$I = \frac{E}{R+R_0}$$

Si l'indicateur de tension présentait une résistance infinie, on aurait dans les mêmes conditions

$$I = \frac{E}{R},$$

d'où

$$V = \frac{L\omega}{R} E$$

Qu'advient-il si la résistance R_1 de l'indicateur de tension est finie ? Alors, l'impédance Z du circuit oscillant (qui reste tel à condition que R_1 soit suffisamment grand) est telle que, en imaginaire, on ait

$$Z = JL\omega + R + \frac{1}{JC\omega + \frac{1}{R_1}},$$

ou encore

$$Z = JL\omega + R + \frac{R_1}{JR_1C\omega + 1},$$

et enfin

$$Z = \frac{R - LCR_1\omega^2 + JRR_1C\omega + JL\omega + R_1}{JR_1C\omega + 1}$$

En dégageant les termes réels et imaginaires, il vient

$$Z = \frac{R + R_1(1 - LC\omega^2) + J\omega(L + RR_1C)}{1 + JR_1C\omega}$$

On remarquera, d'autre part, que l'intensité est maxima quand Z est minimum; enfin on a toujours

$$V = L\omega I,$$

donc V est maximum en même temps que I par suite aussi pour Z minimum. Quand cette condition est-elle réalisée? Un examen rapide montre que pour

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{1}{R_1^2C^2}$$

l'impédance est minimum, le résonateur étant quelconque; cette portion est d'ailleurs étudiée d'autre part dans ce numéro

Ces considérations expliquent les meilleurs résultats obtenus par l'emploi d'un tube au néon; j'évite des redites en les limitant ainsi à leur présentation puisqu'elles sont développées d'autre part avec des conclusions importantes pour les mesures et l'étalonnage.

*

B.— Une formule (page 203) n° 370

Dans le cas d'une bobine longue par rapport au diamètre de l'enroulement celui-ci étant grand par rapport à celui du fil en supposant l'enroulement à une seule couche, le coefficient de self-induction est donné par la formule

$$L = \frac{4\pi^2 R^2 n^2}{b + R},$$

expression où

L est donné en centimètre,

R étant le rayon de l'enroulement,

b sa longueur, les deux exprimés en centimètres,

n le nombre des spires.

Comme extension de ceci et illustration d'un article paru sur les enroulements dans un précédent numéro, je voudrais faire quelques remarques.

Le problème se pose comme suit: étant donné un coefficient de self-induction L à réaliser, comment agissent les facteurs de la formule ci-dessus en tenant compte qu'on doit toujours avoir

$$b > 2R$$

Digitized by Google

Pour simplifier, nous admettrons que l'on a toujours

$$b = 2\,R,$$

d'où

$$L = \frac{4\pi^2}{3} R\, n^2$$

On remarquera en passant, en se reportant à l'article de M. Granier qui traite, dans ce numéro, des équations de dimensions, que L est bien homogène à une longueur.

On a donc

$$L = a\,R\,n^2$$

Ce qui nous intéresse d'autre part est une résistance minima en haute fréquence, ce qui implique que la longueur totale du fil est minima. En supposant l'enroulement circulaire, la longueur de n spires est

$$l = 2\pi R \times n$$

On a finalement

$$L = \frac{2\pi}{3} ln$$

On est conduit par suite pour maintenir l constant à augmenter R dans la même proportion que l'on diminue n mais L n'est plus constant. Mais

$$Rn = \frac{3}{4}\,\frac{1}{\pi^2}\,\frac{L}{n}$$

d'où

$$b = \frac{3}{2}\,\frac{1}{\pi}\,\frac{L}{n}$$

L étant donné pour faire l minimum, il faut diminuer le nombre de spires.

Conclusion intéressante et nouvelle. — Pour qu'un enroulement présentant un coefficient de self-induction donné, dans les limites de réalisation envisagée ici, il faut augmenter le diamètre et réduire le nombre des spires.

♣

C. — Ecran ou Baffle (n° 372, p. 232)

L'importance de l'écran ou baffle est très grande dans le rendement d'un haut-parleur électrodynamique. Je m'en voudrais de traiter ici la question du haut-parleur électrodynamique: elle a droit à une beaucoup plus large place et l'aura sous très peu car réellement peu d'études complètes ont paru à ce sujet.

Je voudrais tout de même préciser ce qui a trait à l'écran, non pas tant pour son fonctionnement qui est fort bien expliqué dans l'article en question, que pour préciser techniquement et mathématiquement ses dimensions.

Un calcul montre qu'il y a absolument lieu de respecter la formule suivante

$$D = \frac{1}{4}\,\frac{V}{F},$$

expression dans laquelle

D représente le diamètre de l'écran,

V la vitesse du son,

E la fréquence minima à transmettre

En supposant que l'on veuille reproduire exactement toutes les fréquences supérieures à 30 périodes par seconde, on trouve

$$D = 2\text{ m. }80$$

ce qui est exactement le chiffre donné dans l'article ci-dessus commenté.

Mais, ce qui est beaucoup moins connu c'est que la gamme des fréquences reproduites est essentiellement fonction du cône vibrant lié au système transmettant les impulsions électriques à l'air ambiant. C'est sur ceci que je voudrais insister.

Le diamètre du cône chargé de cette fonction et la nature de la matière employée pour le réaliser ont une importance énorme. Peu d'amateurs se risquent à la construction d'un tel reproducteur mais il n'en reste pas moins vrai qu'il est intéressant de savoir comment agissent les différents facteurs entre lesquels on a le choix dans une telle réalisation.

La première question est relative à la discussion du diamètre du cône rayonnant; on démontre que l'impédance mécanique de la membrane aura une influence directe et proportionnelle sur la transformation des impulsions électriques en oscillations sonores; le rendement de cette opération augmente donc quand le diamètre diminue.

En second lieu, il faut remarquer que le mouvement est, dans ce cas, transmis à une plus faible masse d'air.

Finalement, il y a avantage à ne pas se servir d'un cône trop petit car la seconde transformation étant mal assurée, le gain dû à la première est perdu.

Enfin l'augmentation du diamètre conduit à deux conclusions importantes :

D'une part, la fréquence de résonance est abaissée et la fidélité de reproduction se trouve accrue ainsi que la gamme de bon fonctionnement;

D'autre part, parmi les nombreuses fréquences de résonance d'une telle membrane une grosse partie se trouve en dessous de celles pour lesquelles l'oreille est sensible et l'audition s'est donc augmentée en pureté.

Expérimentalement, des diamètres de l'ordre de 35 à 50 centimètres se sont révélées comme une juste moyenne entre l'obligation de transmettre des fréquences intéressantes et celle d'assurer une construction à un prix de revient non prohibitif.

La seconde question a pour objet la valeur de l'angle au sommet du cône considéré. On peut caractériser l'action de cette variable de la manière suivante: un angle grand, procure une impulsion plus uniforme où la masse d'air a des fréquences de résonances moins nombreuses et plus basses, mais procure peut-être un rendement plus faible. Un petit angle au sommet donne des caractéristiques inverses.

L'expérience a prouvé qu'on obtenait des résultats convenables pour des diamètres de l'ordre de ceux indiqués ci-dessus avec des angles au sommet de 140° environ.

A remarquer en passant que, pour certains usages particuliers, essais de transformateurs, etc. il peut y avoir avantage à employer un angle plus petit de manière qu'une fréquence de résonance se trouve à proximité de celle sur laquelle la mesure a lieu; ceci a pour effet d'augmenter beaucoup l'efficacité du système.

Enfin, la troisième question est relative à la matière employée pour fabriquer le cône en question.

Le point essentiel est ici d'avoir une matière non résonante donc poreuse ou fibreuse. D'une part, il faut que son poids soit aussi faible que possible; il est évident en effet, que l'efficacité du système diminue quand le poids de la membrane à laquelle il faut communiquer des vibrations augmente.

Digitized by Google

D'autre part, l'épaisseur du cône est importante aussi car c'est ce qui détermine la rigidité et influe considérablement sur les fréquences de résonance.

De ces quelques lignes, on tirera aisément un certain nombre de conclusions qui compléteront utilement le très intéressant article qui a servi de point de départ à ce commentaire.

♣

D. — Identification et Réglages, par Leclercq (n° 372, p. 233)

Du très intéressant article ci-dessus, je voudrais retenir deux points qui me paraissent utiles à préciser.

D'une part (fig. 1) le papier sur lequel ces graphiques sont établis seront avantageusement, dans le cas où les condensateurs d'accord sont à lames circulaires, sur un papier à divisions logarithmiques; ceci a pour résultat de transformer les courbes sensiblement en droites.

D'autre part, on remarquera que ce système peut aussi bien servir pour un récepteur quelconque ayant plus d'un accord.

On me permettra aussi de faire remarquer que cette manière de procéder facilite singulièrement la recherche de l'audition d'un poste nouveau que l'on sait où situer dans la gamme des longueurs d'onde.

Par contre, il faut observer que ceci impose, dans le cas où on a une commande unique de ne jamais modifier les positions relatives des deux condensateurs entraînés.

♣

E — Tube ou lampe ? de l'article Emissions d'amateur de F.8WC (n° 373, p. 242

Dans ce chapitre I de cet article, — Les sources de courant — M. Blanchoco envisageant l'alimentation de l'émetteur, emploie le mot « tube » et ajoute, en renvoi : l'appellation française usuelle de lampe est parfaitement incorrecte.

Saisissant cette occasion de mettre au point un mot aussi répandu que celui-ci et ayant une signification aussi précise, je voudrais essayer de tirer cette question au clair. Je n'ai pas l'espoir de ne plus entendre que l'un ou l'autre mot, sachant combien il peut être difficile de faire abandonner un qualificatif même quand tout le monde en reconnaît l'inexactitude.

Comme toujours en pareil cas, il me semble que le plus simple est toujours de se reporter au dictionnaire qui, tout à la fois, nous indique le sens courant, c'est-à-dire admis par la presque totalité des gens et aussi la racine qui a donné naissance au terme en question. On trouve:

Lampe : vase où l'on met une mèche et un liquide combustible; idée essentielle: appareil servant à produire de la lumière.

Tube : tuyau cylindrique; idée essentielle : forme d'un cylindre.

Or, on me concédera que, sous le qualificatif de trois électrodes, rien dans l'un ou l'autre de ces mots ne peut évoquer l'idée de la « loupiote » tout au moins comme elle est réalisée actuellement ; d'éclat, point et de tube, pas plus.

C'est pourquoi je préfère beaucoup personnellement le nom de triode; on a présent aux yeux les trois chemins que *peut* prendre le courant:

chauffage du filament;
filament grille;
filament plaque.

Des esprits chagrins m'objecteront qu'il peut y avoir du courant entre grille et plaque... n'empêche que cette définition présente deux avantages:

1° elle évoque une idée nouvelle;

2° elle permet de généraliser la même notion aux relais électroniques à un nombre quelconque d'électrodes.

On appellerait donc les redresseurs, diodes, etc., et on nommerait valves les organes faisant appel aux phénomènes ioniques.

Je serais heureux d'avoir l'opinion des lecteurs sur cette question.

♣

F. — Détection par la plaque du B G P. oc type salon, par Viviré (n° 373, p. 243 et suiv.)

On est à peu près arrivé à faire comprendre la très grande supériorité du système de détection en employant la courbure inférieure de la caractéristique de plaque. Il y a près de deux ans et demi que M. Olinet en entretenait les lecteurs de *l'Antenne* au sujet de la détection dans un radio secteur.

Je ne reviendrai plus sur les avantages dus à l'absence du conducteur shunté. du courant continu de grille, etc. Ils sont largement développés autre part. Je voudrais comparer mathématiquement les deux modes de détection en calculant, pour une même amplitude de la tension de grille servant à l'excitation, le rapport des variations du courant de plaque obtenues dans chaque cas.

Soient:

Vg l'amplitude de la tension de grille.

Ip l'amplitude du courant plaque (détection plaque).

Ig l'amplitude du courant plaque (détection grille).

Sa la pente de la caractéristique de plaque au point de fonctionnement au repos.

A le rapport qui nous intéresse, soit

$$A = \frac{I_p}{I_g}$$

On se supposera toujours placé dans les conditions optima.

En faisant des calculs simples qui seront développés dans un autre article pour ne pas surcharger celui-ci, on trouve:

$$d\,I_P = \frac{1}{4} V^2_g \frac{dS_a}{dV_g}$$

$$I_G = \frac{1}{4} \gamma S_a V^2_g$$

d'où

$$A = \frac{I_P}{I_G} = \frac{1}{8} \frac{dS_a}{dV_g} \frac{1}{S_a}$$

expression dans laquelle γ est un coefficient fonction de la température absolue du filament et dont la valeur est voisine de 4.

Il vient donc

$$A = \frac{1}{4} \frac{S'_a}{S_a}$$

en désignant par $I'_a \frac{dS_a}{dV_g}$

Dans le cas de la détection grille, le point de fonctionnement au repos correspond à la partie rectiligne de la caractéristique de plaque pour laquelle on a:

$$S_a = \frac{dI_P}{dV_g} = \text{Constante} = a\ ;$$

Digitized by Google

dans le cas de la détection plaque l'amplitude du courant de plaque en fonction de celle de la tension de grille est

$$I_p = c\, V_g^{3/2}$$

c étant un facteur dépendant des dimensions géométriques des organes internes de la lampe. Il est assez malaisé de donner une valeur numérique étant données les formes très différentes des électrodes; dans les triodes du type courant (omnibus), il est voisin de 0,1.

On tire de cette équation en différenciant les deux nombres

$$d\, I_p = \frac{3}{2}\, c\, V_g^{1/2}\, d\, V_g$$

d'où

$$S_a = \frac{d\, I_p}{d\, V_g} = \frac{3}{2}\, c\, V_g^{1/2} = 0{,}15\ V_g^{1/2}$$

En différenciant à nouveau, il vient

$$S'_a = \frac{d\, S_a}{d\, V_g} = 0{,}15 \times \frac{1}{2}\, V_g^{-1/2} = 0{,}08\ V_g^{-1/2}$$

En portant ces valeurs dans l'équation qui nous donne A, il vient

$$A = \frac{1}{4}\, 0{,}08\, \frac{1}{\sqrt{V_g}}\, \frac{1a}{a} = \frac{2\, 10^{-2}\, a\, V_g^{-1/2}}{a}$$

De toute évidence, il y a intérêt à employer une lampe ayant une forte pente dans le cas de la détection par condensateur shunté. En admettant une valeur de 2 pour a, on est à la très grande moyenne des pentes actuelles qui dépassent rarement 2,5 milliampères par volt. Il vient donc.

$$A = \frac{1}{100}\, V_g^{-1/2} = A$$

D'une manière générale, on voit donc que A augmente quand V_g diminue et cela très vite. Il ne faut pas attacher aux chiffres un sens absolu car en particulier pour c, on peut avoir des variations assez grandes d'un tube à l'autre.

Muni de ces renseignements, je pense que le lecteur pourra se faire une idée plus exacte de la position mathématique du problème.

G. — Hauteur effective d'un collecteur.
(de l'article de De Pommier, sur le récepteur local Pobdiesky)

(*Ant.* N° 373, p. 260)

Dans un intéressant article qui remet en question le problème de la réception en haut-parleur sur galène et semble bien apporter une solution nouvelle, l'auteur parle de la hauteur effective d'une antenne.

Il nous a semblé intéressant de rassembler quelques notions sur cette question et d'insister sur un ou deux points particuliers, comparaison entre une antenne et un cadre, à ce point de vue seulement, bien entendu.

Du fait de la répartition sinusoïdale du courant et de la tension le long d'une antenne, résultat qui système d'ondes stationnaires qui s'est établi, le rayonnement n'est pas le même pour différentes parties élémentaires situées à diverses hauteurs.

On appelle hauteur effective d'une antenne la hauteur gnométrique d'une antenne qui, parcourue par une intensité constante et égale à l'intensité maxima au centre de courant des ondes stationnaires, produirait à distance le même champ que l'antenne réelle.

La première constatation est que la hauteur effective est toujours plus petite que la hauteur géométrique.

Je n'insisterai pas sur cette question très complexe et qui sera étudiée sous peu au sujet des mesures de rayonnement qui ont une importance générale très grande.

Le calcul montre qu'on peut caractériser l'efficacité d'un cadre par la formule suivante.

$$h = \frac{2\pi S}{\lambda}$$

où h est une constante caractéristique,

S la surface du cadre

λ la longueur d'onde reçue.

M. Mesny indique que pour un cadre de 3 m. de diamètre et six spires sur l'onde 600 m.

$$h = 0{,}37 \text{ mètres}$$

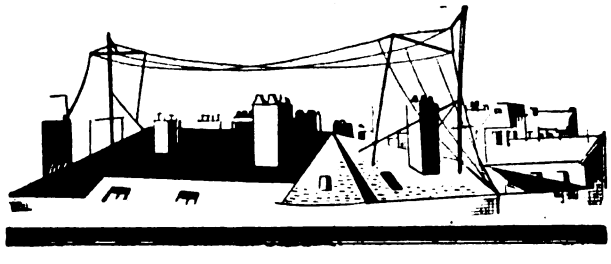
et pour un cadre de 18 spires de 5 m., sur une onde de 6.000 m., on aura

$$h = 0{,}27 \text{ m.}$$

Ces chiffres se passent de tout commentaire.

Je n'insiste pas, car la place me manque mais je reprendrai la question au sujet des pertes, de l'isolement dans les collecteurs.

1er juin 1930



Digitized by Google

La détection par caractéristique des plaques

par Antoine TAILLIEZ

Aussi ancienne que la détection par caractéristique de grille, la détection par caractéristique de plaque fut longtemps négligée, aujourd'hui elle subit un regain d'actualité. L'auteur étudiant ses avantages et ses inconvénients montre le parti qu'on en peut tirer.

Le problème posé par la détection est le plus important en T.S.F., et c'est aux progrès réalisés dans cette voie que se mesure directement son développement. M. de La Palisse nous l'eût dit, de quoi serviraient tous les perfectionnements acquis dans la génération des ondes, leur transmission, leur sélection, leur amplification, si nous ne possédions un organe capable de les révéler à nos sens aveugles.

Avec l'oscillateur de Hertz on pouvait percevoir leur présence à quelques mètres ; le tube de Branly permit des dizaines de kilomètres ; les détecteurs magnétiques de Marconi et électrolytiques de Ferrié s'approchaient du millier, les cristaux, dont la galène en particulier, permirent les premières relations transocéaniques, avec lesquelles il semblait que le maximum de sensibilité fût atteint dans la réception directe, sans amplification.

Vint enfin la lampe, qui apportait la solution définitive d'une multitude de problèmes qu'on osait à peine ébaucher.

C'est pour perfectionner la valve de Fleming, que Lee de Forest eut l'idée d'introduire une grille dans son tube, et il crut bien d'abord n'avoir réalisé qu'un nouveau détecteur.

On sait les déboires que rencontra ce génial expérimentateur pour s'être obstiné dans une théorie trop hâtive. Après avoir eu l'intuition de l'effet amplificateur de son tube, il désespéra de pouvoir maîtriser les oscillations auxquelles il donnait naissance et découragé abandonna ses brevets.

Mal vidés, ses premiers audions ne convenaient d'ailleurs bien qu'à la détection. Comme l'auteur avait pour principe de coupler énergiquement grille et plaque, le plus souvent à un même circuit, il se vit tout de suite dans la nécessité d'isoler la grille de la source à haute tension, par le moyen d'un condensateur.

Armstrong employa la même disposition. Ainsi est né le principe de la détection par condensateur shunté.

Il est à remarquer d'ailleurs, que dans les schémas de cette époque, aucune résistance de fuite n'est prévue sur la grille. Essayez donc d'utiliser dans les mêmes conditions un tube moderne ! C'est que les premières lampes étaient assez mal vidées, partant, en fonctionnement, l'ionisation des gaz résiduels abaissait notablement la résistance du circuit de grille. Ajoutez à cela que les condensateurs étaient le plus souvent très mal isolés (du papier constituait généralement le diélectrique) et vous comprendrez comment les auteurs pouvaient se dispenser de figurer sur leurs schémas l'indispensable résistance.

Quand du domaine de l'empirisme, les lampes passèrent au laboratoire, des théories exactes et précises s'édifièrent rapidement pour expliquer leur fonctionnement comme amplificatrices et oscillatrices. Par contre, les avis furent partagés au sujet de l'action détectrice du condensateur shunté.

Au contraire, un examen précis des courbes caractéristiques montra la possibilité d'utiliser les lampes comme détectrices en leur donnant une tension négative de grille suffisante.

Ce procédé, simple à l'évidence, ne donna pas, au début surtout, la même sensibilité que le condensateur shunté, c'est pourquoi il fut longtemps tenu à l'écart.

Aujourd'hui un revirement d'opinion se manifeste en sa faveur, à l'étranger surtout, et on vient même nous le présenter comme une nouveauté sous le nom de détection de puissance.

Un examen pratique du phénomène ne sera pas sans intérêt s'il nous montre les avantages et les inconvénients du procédé et le parti qu'on en peut tirer.

On sait que pour obtenir une amplification correcte, la grille d'une lampe doit toujours être maintenue négative par rapport au filament. Si l'amplitude des oscillations est telle que la grille devienne positive, l'amplification diminue aussitôt. En effet, la grille étant positive se comporte comme une anode, il naît aussitôt un courant filament-grille, aux dépens précisément de la tension de cette dernière, les crêtes positives des oscillations appliquées sont dépensées presque uniquement à entretenir

Digitized by Google

ce courant de grille et ne se traduisent que par une infime variation du courant de plaque.

Pour obvier à cet inconvénient, on relie toujours la grille à un point négatif par rapport au filament, soit à la borne négative des accus de chauffage, soit à une source auxiliaire de tension (pile de polarisation).

Il y a un potentiel négatif différent pour chaque type de lampe, et chaque tension plaque. Pour obtenir une amplification correcte, il faut en effet, que les tensions diverses appliquées à la grille correspondent à des variations de courant plaque situées sur la ligne droite de sa caractéristique. Comme les variations de potentiel grille sont supposées symétriques par rapport à son point de repos, on choisit celui-ci au milieu de la caractéristique.

Considérons par exemple les courbes d'un tube classique omnibus, la L-410 Gécovalve (fig. 1). Nous voyons que les points médians de la partie droite des différentes courbes, sont compris entre — 1 et — 3 volts pour des tensions plaque comprises entre 75 et 150 volts.

Si l'on descend au-dessous de ces tensions de grille, une nouvelle cause de distorsion apparaît, ce sont cette fois les crêtes négatives des oscillations appliquées qui ne sont pas amplifiées à leur valeur exacte. On dit alors que l'on travaille dans le « coude inférieur » de la caractéristique plaque.

Si nous observons la courbe Ea=100 de la figure 2, nous voyons par exemple qu'autour d'une tension grille négative de — 6 volts, 1 volt positif engendre une variation de courant plaque égale à 0,25 milli, tandis qu'un volt négatif engendre une variation 5 à 6 fois moins importante.

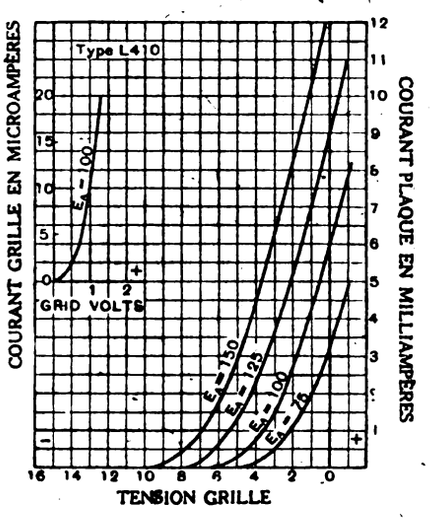
Le résultat de cette disymétrie est un effet de détection absolument analogue à celui d'un cristal.

INCONVENIENTS DE LA DETECTION PLAQUE

Manque de sensibilité

Ce procédé de détection serait parfait si le coude inférieur de la caractéristique plaque formait un angle véritable dont la partie gauche se confondrait avec l'horizontale. Si faibles soient-elles, la partie positive des oscillations appliquées à la grille engendrerait une variation de courant plaque que ne viendraient pas contrarier les demi-alternances négatives. On aurait ainsi un détecteur idéal.

Mais dans la pratique, ce coude est constitué par une courbe d'assez grand rayon. Quel que soit le point où l'on situe la tension de repos de la grille, on ne peut empêcher les demi-alternances négatives d'engendrer une variation de courant plaque qui vient se déduire de l'effet des demi-alternances positives. Le rapport entre ces deux variations tend d'autant plus vers l'unité que les tensions appliquées sont plus faibles. Le rendement du



détecteur diminue donc en même temps que les oscillations incidentes.

Cette particularité handicape beaucoup la détection plaque par rapport aux autres procédés.

Dans le cas des cristaux, grâce à un coude assez accusé, l'effet détecteur est à peu près constant ; bien mieux, avec les lampes à condensateur shunté, la sensibilité s'accroît quand l'amplitude des oscillations diminue. En effet, dans le cas de faibles variations de potentiel, les charges positives sont de peu d'action sur la grille, tandis que les charges négatives s'accumulent jusqu'à donner un effet suffisant. Il y a en quelque sorte une compensation automatique. On exprime symboliquement ces effets en disant que la sensibilité de la détection grille est proportionnelle au carré des tensions appliquées, tandis que la détection plaque est proportionnelle à leur valeur directe. Dans le même sens on dit que c'est un détecteur linéaire.

AVANTAGES DE LA DETECTION PLAQUE

Puissance et fidélité

Si ce procédé est à rejeter dans le cas des réceptions faibles, par contre sur les réceptions puissantes il offre l'avantage d'une fidélité remarquable.

Des variations de l'ordre du volt et plus dans la tension grille, engendrent dans le circuit de plaque des variations d'intensité tout à fait comparables comme fidélité à celles d'une lampe amplificatrice.

Dans le cas du condensateur shunté, au contraire, la détection ne peut pas ne pas s'accompagner d'une certaine distorsion. Sur les faibles amplitudes, c'est le phénomène de l'accumulation des charges qui intervient ; sur les grandes amplitudes, la lampe est saturée, et les fondamentales sont réduites au profit des harmoniques qui dénaturent le timbre.

Dans le domaine des fréquences acoustiques, le même effet intervient. La détection plaque reproduit également toutes les notes, avec tendance à favoriser les plus basses. La détection grille accuse et dénature les aiguës (faible amplitude) et atténue les basses.

Une lampe fonctionnant en détectrice par caractéristique plaque est très difficilement saturée. Un petit modèle comme la L-410 peut supporter des variations de 2 à 3 volts pour 100 volts plaque, de 4 à 6 pour 150 volts. Au-delà on emploie une lampe BF de puissance, et l'on obtient ainsi la **détection de puissance.**

Dans ces conditions, un seul étage BF est plus que suffisant. On peut enfin allier puissance et fidélité.

EMPLOI DE LA DETECTION-PLAQUE

Connaissant ces particularités, il est facile de déterminer les cas où la détection-plaque est avantageuse

D'abord dans les récepteurs « locaux » avec lesquels la question de

Digitized by Google

l'intensité des signaux ne se pose pas. Elle est d'autant plus intéressante que ces récepteurs sont généralement alimentés en alternatif, et que dans ce cas, les variations de température du filament peuvent engendrer un bourdonnement avec le condensateur shunté.

Employée dans ces conditions, la détection plaque donne des réceptions d'une vérité prodigieuse. L'appui qu'elle donne aux fortissimo, et l'effacement du pianissimo, élargit la gamme des intensités. Cet effet est particulièrement accusé dans l'écoute des disques, pour l'enregistrement desquels on est obligé d'atténuer les effets. L'orchestre se détend, de l'air apparaît dans la salle et chaque instrument reprend la place qui lui convient. Cet effet est tellement accusé que l'audition d'un enregistrement d'orchestre en devient quelquefois meilleure par l'intermédiaire d'une station comme Radio-Paris, qu'en écoute électrique directe, à haut-parleur égal.

La détection plaque peut aussi convenir pour l'audition des stations puissances, bien qu'un peu éloignées, si on dispose d'une amplification H.F. ou M.F. suffisante, et si elles ne sont pas sujettes au fading.

L'effet de ce dernier est en effet rigoureusement accru au carré.

La détection plaque accroît la syntonie d'un amplificateur, puisque le circuit de la détectrice est moins amorti, mais du même coup, son instabilité est acerue,

Dans ce dernier cas on peut donc hésiter entre les deux procédés. Une méthode excellente consiste à utiliser deux lampes détectrices différentes, l'une ou l'autre pouvant être allumée à la fois. Une extrémité du circuit de grille aboutit au pôle de la pile de polarisation, l'autre est réunie directement à la grille de la lampe détectrice plaque et au condensateur de la détectrice grille. Un commutateur sur le circuit de chauffage permet d'allumer alternativement l'un des deux tubes.

Un récepteur ainsi équipé conviendra vraiment dans tous les cas.

A. Paillis

Digitized by Google

ÉQUATIONS DE DIMENSIONS

par J. GRANIER, docteur ès sciences

Dans la nature, les rapports sont mesurés par des grandeurs; on les définit par comparaison avec d'autres prises pour bases. Le point de départ est de toute importance et c'est le choix de celui-ci qui a donné naissance aux divers systèmes de mesure.

Ceux-ci sont concrétisés par ce qu'on nomme les équations de dimensions; il a paru intéressant de les présenter au lecteur sous une plume aussi autorisée que celle de M. Granier.

Une *grandeur* est par définition susceptible d'*augmentation* et de *diminution*. Toutes les grandeurs ne jouissent pas d'ailleurs des mêmes propriétés, et, en particulier, on peut les classer en grandeurs *mesurables* et grandeurs *non mesurables*.

Une grandeur est mesurable lorsque le résultat de la comparaison de cette grandeur avec une autre de même espèce peut s'exprimer par un nombre. C'est ainsi par exemple que les dimensions en longueur de la page du Q.S.T. et de celle de l'*Antenne* sont dans le rapport 5/7.

Mesurer une grandeur, c'est la comparer à une autre de même espèce, à laquelle on donne le nom d' « unité ».

Pour les grandeurs non mesurables, on peut quelquefois définir l'égalité, mais on ne peut en aucun cas définir l'addition. On peut à la rigueur dire de quelqu'un qu'il est aussi intelligent ou aussi heureux qu'un autre, d'une statue qu'elle est aussi belle qu'une autre, mais on ne peut préciser scientifiquement qu'une personne est $\sqrt{2}$ fois plus bête qu'une autre: l'intelligence, la beauté ne sont pas des grandeurs mesurables. Je sais bien qu'un grand mathématicien a avoué que « c'était en considérant la bêtise humaine qu'il avait eu la première idée de l'infini ». Mais puisque nous en sommes aux citations, laissons plutôt de côté cette boutade et rappelons les paroles élevées que prononça naguère à la séance d'inauguration du National Physical Laboratory, le Premier Ministre anglais, Lord Balfour: « La Science repose sur la Mesure; les choses non mesurables sont donc exclues ou tendent à être exclues de son attention. La vie, la beauté, le bonheur ne sont pas mesurables. S'il existait une unité de bonheur, la politique pourrait commencer à devenir scientifique ».

Pour mesurer les différentes grandeurs qui sont susceptibles de nous intéresser, il faut avoir à notre disposition des unités de même espèce. Un « système de mesure » est l'ensemble de ces unités. Il est dit « incohérent » lorsqu'on a laissé au hasard le soin de relier entre elles ces diverses unités ; il devient au contraire « cohérent » lorsqu'on a relié à priori la plupart de ces unités (unités dérivées) à quelques-unes plus importantes (unités fondamentales).

Dans un système incohérent, l'unité de longueur sera par exemple la distance des deux broches d'une prise de courant standard, l'unité de surface sera la surface d'un billet de cinq francs, l'unité de volume sera le volume d'une B 403. On choisira pour définir les unités de poids, et de résistance, le poids d'une pièce de nickel et la résistance du filament d'une lampe TM. Mais on aura ainsi obtenu un système bien peu pratique, car chaque fois que nous voudrons évaluer la densité, le poids ou le volume d'un objet de dimensions connues, il nous faudra faire intervenir bon nombre de coefficients bizarres; nous aurons bien des chances de nous tromper et nous perdrons un temps précieux.

Combien plus simples sont les systèmes cohérents. L'unité de longueur étant le mètre, on choisira comme unité de surface la surface d'un carré qui a 1 mètre de côté, comme unité de volume le volume d'un cube qui a 1 mètre de côté, etc. Le volt et l'ampère ayant été définis, on choisira comme unité de résistance la résistance d'un conducteur qui sous 1 volt laisse passer 1 ampère. Nous faisons ainsi disparaître bon nombre de coefficients, mais il est toutefois à remarquer que nous ne les supprimons pas tous. Quand, en possession de l'unité de longueur nous voulons définir l'unité de surface, nous pouvons bien choisir celle-ci de manière à simplifier l'expression de la surface des carrés ou des rectangles, mais nous introduisons par cela même des coefficients π ou $\sqrt{3}$ dans la surface des cercles ou des triangles équilatéraux. Si nous le faisons cependant, c'est que nous avons plus souvent à manier des rectangles que des cercles ou des triangles, des cubes que des sphères ou des pyramides et que nous préférons traîner dans nos calculs le moins de coefficients possibles.

Comment choisir les unités fondamentales ? De quelle espèce faut-il les prendre et quel doit être leur nombre?

Dans le système métrique, les unités fondamentales sont au nombre de trois: le mètre, unité de longueur, le kilogramme-poids unité de force, la seconde, unité de temps. Ce système présente comme principal inconvénient que l'unité de force ainsi choisie n'est définie qu'en un point précis de la Terre, à Paris par exemple, puique l'intensité de la pesanteur varie suivant l'altitude et la latitude. Aussi, dans le système CGS employé actuellement a-t-on abandonné la *force* comme unité fondamentale et a-t-on adopté la *masse*.

Rien n'empêche d'ailleurs de réduire le nombre d'unités fondamentales, et nous aurons à la fin de cet article à revenir sur cette question; mais les systèmes obtenus plus cohérents peut-être au point de vue

Digitized by Google

théorique sont en réalité moins pratiques, car ils font intervenir des phénomènes dont l'intérêt est, dans la vie courante, sensiblement nul.

♣

Dans un système cohérent, une unité dérivée est reliée aux unités principales par une certaine relation qui la définit. Cette relation s'appelle l' « équation aux dimensions » relative à cette unité.

Représentons par les symboles L, M et T les unités de longueur, de masse et de temps, par D l'unité dérivée dans le système CGS.

Si l'unité dérivée D varie comme la puissance a de l'unité de longueur, comme la puissance b de l'unité de masse et comme la puissance c de l'unité de temps, nous écrirons symboliquement l'équation de dimensions sous la forme:

$$D = L^a M^b T^c$$

Cette équation de dimensions nous sera extrêmement utile lorsque nous aurons à comparer des unités appartenant à des systèmes différents. Nous allons tout d'abord chercher la valeur des coefficients a b et c qui correspondent dans le système CGS aux unités dérivées les plus intéressantes.

Surface. — L'unité de surface S, c'est la surface du carré construit sur l'unité de longueur. Si l'unité de longueur devenait a fois plus grande, l'unité de surface deviendrait a^2 fois plus grande. Par contre si l'unité de masse changeait ou si on prenait comme unité de temps l'heure au lieu de la seconde, l'unité de surface S n'en serait pas affectée. Elle est donc de dimensions 2 par rapport à la longueur et de dimensions 0 par rapport à la masse et au temps.

$$S = L^2$$

Volume. — Pour la même raison, l'unité de volume V est de degré 3 par rapport à L et de degré 0 par rapport à M et à T.

$$V = L^3$$

Angle. — Un angle se mesure en regardant combien de fois l'arc correspondant est contenu dans le rayon. Son expression contient uniquement le rapport de 2 longueurs et est par suite indépendante de l'unité de longueur choisie. Un angle est « sans dimension ». De même pour un sinus, un cosinus, une tangente.

Vitesse angulaire. — Une vitesse angulaire ω, une pulsation, s'obtiennent en faisant le quotient d'un angle par un temps. L'équation aux dimensions est donc

$$\omega = T^{-1}$$

Vitesse linéaire. — C'est le quotient du chemin parcouru par le temps employé pour le parcourir; l'équation est

$$V = L\,T^{-1}$$

Accélération. — On obtient l'accélération en regardant de combien s'accroît la vitesse pendant un temps déterminé. Une accélération γ, c'est donc le quotient d'une vitesse $L\,T^{-1}$ par un temps T d'où

$$\gamma = L\,T^{-2}$$

Force. — Une force est le produit d'une masse par une accélération; nous venons de trouver l'équation aux dimensions de cette dernière. Pour obtenir celle de la force, il nous suffit d'y introduire le facteur M

$$F = M\,L\,T^{-2}$$

Travail. — On obtient le travail T d'une force F en multipliant celle-ci par la grandeur du déplacement. D'où:

$$T = M\,L^2\,T^{-2}$$

Puissance. — C'est le quotient d'un travail par un temps

$$W = M\,L^2\,T^{-3}$$

Moment Couple. — Mêmes équations de dimensions que le travail, $M\,L^2\,T^{-2}$.

Moment d'inertie. — C'est une expression de la forme $\sum m r^2$; son équation est

$$I = M\,L^2$$

Pression. — Enfin, une pression, c'est une force par unité de surface; son équation s'obtient en divisant celle de la force $M\,L\,T^{-2}$ par L^2, soit:

$$p = M\,L^{-1}\,T^{-2}$$

♣

Les phénomènes électriques et magnétiques mettant en jeu des forces, on peut facilement relier les unités correspondantes aux unités mécaniques.

Les relations entre les quantités électriques ou magnétiques et les forces sont nombreuses, mais les plus intéressantes sont certainement les lois de Coulomb relatives soit aux masses électriques Q soit aux masses magnétiques m

$$F_1 = k_1 \frac{Q^2}{L^2} \qquad F_2 = k_2 \frac{m^2}{L^2}$$

Suivant le coefficient k_1 ou k_2 auquel on fixera une valeur numérique, 1 par exemple, on aura le système « électrostatique » ou le système « électromagnétique ».

♣

Dans le système électrostatique, on a pris $k = 1$ et on a défini l'unité de quantité d'électricité comme étant « la quantité d'électricité qui, placée à 1 cm d'une quantité identique la repousse avec une force de 1 degré. De la relation

$$F = \frac{Q^2}{L^2}$$

on tire :

$$Q = L\,F^{1/2}$$

d'où $$Q = L^{3/2}\,M^{1/2}\,T^{-1}$$

Telle est l'équation de dimension de la quantité d'électricité dans le système électrostatique CGS.

Il est facile d'en déduire les équations des unités qui s'y rattachent immédiatement.

Densité électrique. — La densité électrique D en un point de la surface d'un conducteur, c'est la charge électrique par unité de surface.

$$D = \frac{Q}{L^2} = M^{1/2}\,L^{-1/2}\,T^{-1}$$

Pression électrostatique.— C'est la force par unité de surface d'un conducteur

$$P = \frac{F}{L^2} = M\,L^{-1}\,T^{-2}$$

Champ électrique. — C'est la force qui s'exerce sur la masse unité

$$H = \frac{F}{Q} = M^{1/2}\,L^{-1/2}\,T^{-1}$$

Flux de force. — C'est le produit d'un champ par une surface

$$\varphi = M^{1/2}\,L^{3/2}\,T^{-1}$$

On voit que le flux de force a les mêmes dimensions qu'une quantité d'électricité, qu'un champ électrique a les mêmes dimensions qu'une densité électrique.

Intensité du courant. — L'intensité d'un courant, c'est la quantité d'électricité qui traverse pendant l'unité de temps une section quelconque du circuit.

L'équation de dimensions s'obtiendra donc en divisant Q par T

Digitized by Google

$$I = M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}$$

Différence de potentiel. — C'est le quotient d'une énergie par une masse électrique. Son équation est par conséquent :

$$E = M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}$$

Capacité. — C'est le quotient d'une quantité d'électricité :

$$Q = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$$

par une différence de potentiel

$$E = M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}.$$

Son équation est

$$C = \frac{Q}{E} = \frac{M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}}{M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}} = L$$

La capacité, en unités électrostatiques a donc les dimensions d'une longueur et s'exprime en centimètres.

Résistance. — C'est le quotient d'une différence de potentiel par une intensité

$$R = \frac{E}{I} = \frac{M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}} = L^{-1} T.$$

La conductance qui est l'inverse de la résistance a pour équation de dimensions $L T^{-1}$, c'est-à-dire a les mêmes dimensions qu'une vitesse.

Résistivité. — C'est la résistance d'un conducteur de longueur l et de section 1. On obtient ses dimensions en divisant celles de la résistance par L^2 et en les multipliant par L

$$\rho = T$$

Ainsi, la résistivité peut s'exprimer en secondes.

Masse magnétique. — Elle est définie par la loi:

$$F = \frac{m I L}{L^2}$$

d'où $m =$

$$\frac{FL}{I} = \frac{M L T^{-2} L}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}} = M^{1/2} L^{1/2}$$

Champ magnétique. — Quotient d'une force $M L T^{-2}$ par une masse magnétique $M^{1/2} L^{1/2}$. C'est donc :

$$m = M^{1/2} L^{1/2} T^{-2}$$

Coefficient d'induction. — La formule $E = l \frac{dI}{dt}$ nous indique que ses dimensions sont données par l'équation :

$$l = \frac{ET}{I} = \frac{M^{1/2} L^{1/2} T^{-1} \times T}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}} = L^{-1} T^2$$

⁂

Dans le système électromagnétique, c'est dans la formule

$$F_2 = k_2 \frac{m^2}{L^2}$$

que l'on a fixé la valeur du coefficient k_2; on l'a prise égale à 1.

L'unité de quantité de magnétisme est donc reliée aux unités mécaniques par l'équation :

$$m = L F^{1/2}$$

d'où $m = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$

Les dimensions de la masse magnétique dans le système électromagnétique sont évidemment les mêmes que celles de la masse électrique dans le système électrostatique.

Champ magnétique. — C'est le quotient d'une force par une masse magnétique. Ses dimensions sont:

$$H = \frac{M L T^{-2}}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}} = M^{1/2} L^{-1/2} T^{-1}$$

Flux de force magnétique. — C'est le produit d'un champ magnétique par une surface

$$\varphi = M^{1/2} L^{-1/2} T^{-1} \times L^2 = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$$

Intensité de courant. — La formule de Laplace: $F = \frac{m I L}{L^2}$ nous donne

$I =$

$$\frac{FL}{m} = \frac{M L T^{-2} \times L}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}} = M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}$$

Quantité d'électricité. — On obtient une quantité d'électricité en multipliant une intensité par un temps. L'équation de dimensions est ici :

$$Q = M^{1/2} L^{1/2} T^{-1} \times T = M^{1/2} L^{1/2}$$

Résistance. — La résistance se définit par la loi de Joule, $W = R I^2 T$.

$$R = \frac{M L^2 T^{-2}}{M L T^{-2} T} = L T^{-1}$$

Elle a donc les dimensions d'une vitesse.

Différence de potentiel. — On obtient une différence de potentiel en multipliant une résistance par une intensité.

$$E = L T^{-1} \times M^{1/2} L^{1/2} T^{-1} = M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}$$

Capacité. — Se définit par la formule:

$C = \frac{Q}{E}$, d'où :

$$C = \frac{M^{1/2} L^{1/2}}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}} = L^{-1} T^2$$

Coefficient d'induction. — La formule $l = \frac{ET}{I}$ nous donne :

$$l = \frac{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2} \times T}{M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}} = L$$

Un coefficient d'induction est donc homogène à une longueur et s'exprime en centimètres.

⁂

Désignons par des majuscules Q, V, C, R, les unités de quantité d'électricité, de différence de potentiel, de capacité et de résistance dans le système électrostatique et par des majuscules accentuées les mêmes unités exprimées dans le système électromagnétique, puis faisons le rapport des dimensions de ces unités.

Nous avons

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}}{M^{1/2} L^{1/2}} = L T^{-1}$$

Ce rapport a les dimensions d'une vitesse et l'expérience montre qu'il est numériquement égal à la vitesse de la lumière en centimètres par seconde; désignons-le par v.

De même:

$$\frac{V}{V'} = \frac{M^{1/2} L^{1/2} T^{-1}}{M^{1/2} L^{3/2} T^{-2}} = L^{-1} T = \frac{1}{v}$$

Pour les capacités on a :

$$\frac{C}{C'} = \frac{L}{L^{-1} T^2} = L^2 T^{-2} = v^2$$

et pour les résistances :

$$\frac{R}{R'} = \frac{L^{-1} T}{L T^{-1}} = L^{-2} T^2 = \frac{1}{v^2}$$

Ainsi, le rapport des unités de même espèce est suivant les cas égal à v,

$$\frac{1}{v'} v^2 \text{ ou } \frac{1}{v^2}$$

Digitized by Google

Il paraît y avoir, à priori, contradiction à écrire qu'une même grandeur peut avoir des dimensions différentes suivant le système d'unités que l'on considère. Mais, en y réfléchissant, on reconnaît que ce fait provient de ce que nous avons par définition privé de dimensions et considéré comme de simples coefficients numériques les grandeurs k_1 et k_2 qui sont fonction du pouvoir inducteur et de la perméabilité magnétique du milieu considéré. Il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à agir ainsi, à condition toutefois d'être averti et de ne pas demander aux équations de dimensions plus que ce qu'elles signifient.

⁂

Les équations de dimensions sont d'un grand secours lorsqu'on veut passer d'un système à un autre, lorsqu'on se pose par exemple la question suivante: Une certaine grandeur étant mesurée par le nombre G_1 dans le système (1) quelle sera sa valeur si on l'exprime dans le système (2) ?

La réponse est immédiate si dans les deux systèmes considérés les unités fondamentales sont de même nature. Supposons par exemple que lorsqu'on passe du système (1) au système (2) les unités de longueur, de masse, et de temps deviennent l m t fois plus grandes. Si l'unité de longueur variait seule, l'unité G qui sert à évaluer la grandeur considérée deviendrait l^a fois plus grande et le nombre qui exprime cette grandeur deviendrait l^a fois plus petit. Si l'unité de masse variait seule, le nombre cherché serait de même m^b fois plus petit, et si l'unité de temps variait seule, il serait pour la même raison t^c fois plus petit. Les trois unités fondamentales variant en même temps, on obtiendra donc le nombre G_2 et divisant G_1 par la quantité

$$l^a\, m^b\, t^c$$

Pour obtenir la nouvelle évaluation, il suffit donc d'évaluer les nouvelles unités par rapport aux anciennes de porter les nombres ainsi trouvés dans l'équation aux dimensions considérée comme un monôme algébrique et de diviser par le nombre ainsi trouvé le nombre primitif.

Mais lorsque les unités fondamentales sont différentes dans les deux systèmes, on ne peut plus opérer ainsi. Supposons par exemple que nous voulions passer du système CGS au système métrique; l'unité de masse a été remplacée par l'unité de force. Il nous faut alors chercher quelle est l'unité de masse dans le système métrique, et terminer le raisonnement comme précédemment.

Quelques exemples feront mieux connaître le mécanisme de ces changements d'unités.

1°. On considère le système d'unités (système électromagnétique pratique) admettant comme unités fondamentales : pour la masse, 10^{-11} gramme-masse; pour les longueurs, 10^9 centimètres et pour les temps, la seconde. Exprimer en kilogrammes-poids l'unité de force de ce système et en kilogrammètres l'unité de travail.

Evaluons d'abord dans le système donné (1) la force qui est exprimée par le nombre 1 dans le système CGS (2). L'équation de dimensions est pour une force

$$F = M\,L\,T^{-2}$$

Les unités fondamentales du système (1) évaluées par rapport aux unités du système (2) sont :

10^{-11} pour la masse

10^9 pour les longueurs

1 pour le temps.

L'unité de force du système (1) vaut donc :

$10^{-11} \times 10^9 \times 1 = 0{,}01$ soit 0,01 dyne.

Comme le kilogramme-poids vaut 981 000 dynes, l'unité de force du système (1) vaut $0{,}01 \times \frac{1}{981\,000}$ kilogramme poids soit $\frac{1}{98\,100\,000}$ kilogramme-poids.

Pour un travail, l'équation de dimensions est

$$T = M\,L^2\,T^{-2}$$

L'unité de travail du système (1) vaut donc

$10^{-11} \times 10^{18} \times 1 = 10^7$ ergs

$= 1$ joule $= \frac{1}{9{,}8}$ kgm.

2°. Quelle est la valeur, en unités électromagnétiques CGS, de l'unité de résistivité dans un système d'unités électromagnétiques dont l'unité de temps serait l'heure, l'unité de longueur le kilomètre ?

La formule $\rho = R\,\frac{s}{l}$ nous permet de trouver l'équation de dimensions d'une résistivité sachant que la résistance a les dimensions d'une vitesse.

$$R = L\,T^{-1} \qquad \rho = L^2\,T^{-1}$$

Les unités de longueur et de temps dans le système considéré (1) valent respectivement 100 000 et 3 600 unités CGS (système 2). En portant ces valeurs dans la formule précédente, nous trouvons ainsi

$$\frac{(100\,000)^2}{3\,600} = 2\,778\,000$$

3°. Essayons de ramener à 2 le nombre des unités fondamentales et pour cela, essayons de définir un temps sans tenir compte du mouvement des astres. Il suffit de parcourir la liste des équations de dimensions pour se rendre compte que nous pouvons le faire sans difficulté.

Ainsi, en unités électrostatiques, la résistivité a les dimensions d'un temps; d'autre part, le produit CR a également les mêmes dimensions.

Nous pourrions d'ailleurs arriver au même résultat de bien d'autres manières; nous pourrions conserver par exemple la masse et la longueur comme unités fondamentales et prendre égal à l'unité le coefficient K de la loi de l'attraction universelle. Nous aurions ainsi les deux relations :

$$F = \frac{M^2}{L^2} \text{ (loi de Newton)}$$

et $F = M\,L\,T^{-2}$ (équation de définition) d'où nous tirerions l'unité de temps

$$T = L^{3/2}\,M^{-1/2}$$

Si l'on choisissait comme unité de masse la masse d'un cube d'eau ayant pour côté l'unité de longueur, la quantité

$$\frac{L^3}{M}$$

serait parfaitement définie, et par suite T également.

⁂

Pour établir les équations de dimensions d'une grandeur, on peut souvent procéder de bien des manières, mais le résultat doit évidemment être toujours le même. Il en résulte que les différentes formules que l'on peut appliquer doivent pour ne pas se contrarier être « homogènes ».

Digitized by Google

Prenons par exemple la formule du pendule

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Les dimensions de 2π sont nulles; celles de g sont $L\,T^{-2}$; les dimensions de $\sqrt{\frac{l}{g}}$ sont bien celles d'un temps.

Vérifions de même l'homogénéité des lois de l'induction

$$E = \frac{d\varphi}{dt}$$

Nous avons en unités électromagnétiques.

$$E = M^{1/2}\,L^{3/2}\,T^{-2}$$

et $$\varphi = M^{1/2}\,L^{3/2}\,T^{-1}$$

Une différence de potentiel est bien le quotient d'un flux par un temps.

Ces considérations d'homogénéité peuvent d'ailleurs être très utiles pour la recherche des formules. En particulier, essayons d'établir par ce moyen la formule qui donne la période d'un circuit oscillant de capacité c et de self l.

Posons que cette période T est de la forme:

$$T = c^a\,l^b$$

a et b pouvant être quelconques, positifs ou négatifs.

Dans le système électromagnétique nous avons :

$$l = L \qquad c = L^{-1}\,T^2$$

Remplaçons dans la relation précédente :

$$T = L^{-a}\,T^{2a}\,L^b$$

ce qui n'est possible que si:

$$2a = 1 \quad \text{et} \quad b = a$$

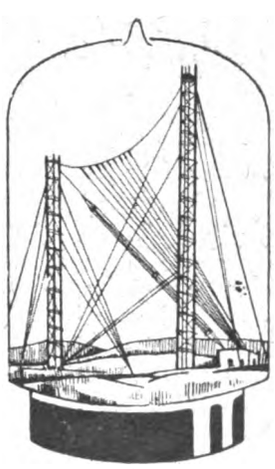
c'est-à-dire $a = 1/2 \quad b = 1/2$

La formule cherchée est donc, en désignant par A une constante :

$$T = A\sqrt{cl}$$

On sait par ailleurs que $A = 2\pi$.

Ces quelques exemples suffisent pour montrer combien est féconde cette notion d'équation de dimensions.



Digitized by Google

LA COTATION LINÉAIRE ET LA COTATION LOGARITHMIQUE EN NOMOGRAPHIE

par A. BILLY, ancien élève de l'École Polytechnique

La nomographie est une science remarquablement intéressante; la solution de nombreuses équations est beaucoup facilitée par cet emploi. Dorénavant on trouvera ici une abaque relative à un cas concret que l'amateur a à traiter tous les jours.

Pourtant, il nous a paru utile de traiter des cotations des axes car c'est l'essentiel.

LA nomographie est une science dont le but est la résolution graphique d'équations à nombre quelconque d'inconnues au moyen d'abaques ou, suivant le terme consacré, de nomogrammes, dont d'ailleurs les abaques ne sont que des cas particuliers.

Cette science est relativement récente, puisqu'elle n'a commencé à prendre son essor que vers le milieu du siècle dernier. Actuellement elle a pris, dans les procédés de calcul, une place prépondérante par la simplicité et la rapidité de ses méthodes. Nous n'avons pas l'intention d'en faire un exposé complet, ce qui sortirait complètement du cadre de cet article; ceux de nos lecteurs que la question intéresserait particulièrement pourront consulter avec fruit le *Traité de Nomographie* de M. D'Ocagne, édité chez Gauthier-Villars. Nous voulons simplement comparer entre eux, au point de vue de leur utilisation pratique, deux modes particuliers de cotation, la cotation linéaire ou métrique, et la cotation logarithmique. Pour cela, il n'est peut-être pas inutile de rappeler quelques principes fondamentaux de nomographie.

Principe de la nomographie. — Supposons que nous ayons à résoudre une équation, algébrique par exemple, à plusieurs variables que nous appellerons x_1, x_2, x_3,... x_n. Pour simplifier, bornons-nous à trois variables x_1, x_2, x_3, les raisonnements que nous allons développer étant d'une généralité absolue. La relation analytique qui lie ces variables fait correspondre à chaque ensemble de valeurs de x_1 et x_2 une valeur de x_3 que nous supposerons parfaitement déterminée. Nous pouvons donc, sur deux axes de coordonnées *ox* et *oy*, porter les valeurs de x_1 et x_2 compatibles avec leurs limites de variation, avec des échelles arbitraires. Si maintenant nous nous donnons une valeur déterminée de la variable x_3, la relation que nous avions primitivement entre x_1, x_2, x_3 se transforme en une relation entre x_1 et x_2, qui peut être représentée par une courbe dans le système de coordonnées défini par les axes *ox* et *oy*. Sur cette courbe nous inscrivons une « cote » rappelant la valeur choisie pour x_3. Nous pouvons ainsi, en donnant à x_3 toutes les valeurs possibles, déterminer un faisceau de courbes avec leurs cotes, ou, suivant le terme consacré, un faisceau de *cotées* x_3. L'ensemble des cotées x_3 et des échelles des variables x_1 et x_2 constitue l'abaque cartésien de l'équation $f(x_1, x_2, x_3) = 0$. Il est bien évident, en vertu même de sa construction que cet abaque est équivalent à l'équation proposée: tout système de valeurs des variables déterminant des lignes concourantes est solution de l'équation, et réciproquement. — C'est là le principe de la nomographie.

Illustrons ces considérations un peu abstraites par un exemple très simple. Soit l'équation

$$x_1 \, x_2 = x_3$$

représentant la traduction analytique de la multiplication et de la division. Sur les deux axes rectangulaires *ox* et *oy* nous portons des échelles métriques, c'est-à-dire des échelles à intervalle constant, et nous y portons les valeurs de x_1 et x_2; nous donnons ensuite à x_3 des valeurs arbitraires, par exemple 1, 2, 3... et nous construisons les courbes $x_1, x_2 = 1$; $x_1, x_2 = 2$ etc... les courbes forment un faisceau d'hyperboles équilatères asymptotes aux axes *ox* et *oy*. Chaque hyperbole étant caractérisée par sa cote, on voit facilement que des droites parallèles aux axes et passant par les valeurs choisies pour x_1 et x_2 se coupent sur l'yperbole dont la cote est le produit de x_1 par x_2. Cet abaque est représenté par la figure (1)

Sur cet exemple simple, on voit déjà apparaître les inconvénients que peut présenter l'application directe de la méthode à une équation donnée. En premier lieu en effet les hyperboles en particulier et les courbes en général ne peuvent être tracées que par points, ce qui est une opération fort longue et d'une exactitude relative. De plus si les deux droites $x_1 =$ constante et $x_2 =$ constante se coupent entre deux courbes consécutives, il est nécessaire de procéder à une interpolation qui ne laisse pas d'être assez peu exacte, car l'écartement des deux courbes ne suit pas, en général, une loi graphique simple.

Nous allons voir maintenant comment, par un changement convenable des échelles des variables x_1 et x_2, il est possible de simplifier considérablement la construction de cet abaque.

Supposons en effet que nous prenions les logarithmes des deux membres de l'équation proposée: nous avons

$$\log x_1 + \log x_2 = \log x_3.$$

Si maintenant nous portons sur les échelles des axes *ox* et *oy* non plus les valeurs de x_1 et x_2, mais leurs logarithmes, les hyperboles de l'abaque précédent se transforment en droites perpendiculaires à la bissectrice des axes. Le nouveau nomogramme ainsi obtenu, de construction beaucoup

Digitized by Google

plus simple que le précédent, est dit transformé par *anamorphose* (figure 2).

Les avantages de cette manière d'opérer sont manifestes. Tout d'abord la détermination du faisceau de droites parallèles ne nécessite aucune construction, puisqu'elles passent par les points portés sur les axes. Puis les interpolations, quand il s'en présente, sont très faciles: en effet l'échelle déterminée par les cotées x_3 sur une sécante quelconque est aussi une échelle logarithmique, dont on peut très facilement construire la portion intéressante, ou que l'on peut ramener aux échelles des axes par une projection conique. Enfin l'incertitude qui existait sur le nomogramme de la figure (1) au sujet de la détermination de la sécante sur laquelle devait être faite l'interpolation, a disparu. Celle-ci en effet, doit être effectuée sur une trajectoire orthogonale du faisceau d'hyperboles. Si cette nouvelle ligne peut être assimilée à une droite entre deux courbes consécutives assez rapprochées, il n'en est plus de même si leur écartement est important, et cela peut conduire à des erreurs sensibles. Dans le nomogramme anamorphosé au contraire, ces trajectoires orthogonales sont des droites inclinées à à 45°, dont la construction ne nécessite aucune approximation.

Nous ferons une remarque qui peut s'appliquer à tous les cas analogues à l'exemple traité. Si, pour effectuer l'interpolation, on préfère utiliser les échelles logarithmiques déjà tracées sur les axes, il est *indispensable*, avant d'effectuer la projection conique, de ramener les 2 supports à être parallèles; ici, par exemple, il faudra faire tourner la sécante d'interpolation de 45° pour l'amener à être parallèle à *ox*. Faute de prendre cette précaution, l'interpolation se fait sur une échelle complètement différente, et n'aurait par suite aucun sens.

En opposition aux avantages signalés un peu plus haut, on pourrait objecter à cette transformation le fait que la construction d'une échelle logarithmique est une opération assez compliquée, si bien que pour éviter des constructions de courbes par points, comme par exemple les hyperboles équilatères dans le cas de la figure (1), on s'astreindrait à effectuer des calculs fastidieux pour porter les abscisses et les ordonnées. Une telle objection, que nous rapportons parce qu'elle nous a été faite à maintes reprises, tombe d'elle-même, car il existe dans le commerce des règles graduées logarithmiques et du papier quadrillé logarithmique, au moyen desquels les constructions se font avec autant de facilité que les constructions d'échelles métriques.

Une autre objection, plus sérieuse, consiste dans l'inégalité de la facilité de lecture dans les échelles logarithmiques. Bien que la majorité de nos lecteurs soient familiarisés avec ces questions, il n'est pas inutile de donner quelques précisions à ce sujet.

Dans une échelle quelconque, il n'y a qu'une seule quantité qui reste constante quelles que soient les valeurs de la variable représentée, c'est le *module*, grandeur dont la définition est la suivante: si l'échelle représente les valeurs d'une variable x, le module est l'unité de longueur, c'est-à-dire la longueur qui, sur l'échelle, sépare deux valeurs de x différant de une unité; par exemple sur l'abaque de la figure (1) le module est de 1 centimètre. — Plus généralement si, sur l'échelle, sont portées les valeurs d'une fonction $f(x)$ de la variable x, les cotes correspondant aux valeurs de x, le module sera la longueur séparant deux points de cotes a et b telles que $f(a) - f(b) = 1$. Ainsi, sur le nomogramme de la figure (2), le module est 10 centimètres, parceque 10 centimètres séparent les points cotés 1 et 10. (Ces logarithmes sont des logarithmes vulgaires et non des logarithmes népériens — pour ceux-ci le module serait la distance des points cotés 1 et 2,71828...)

Cette notion de module fait apparaître un des caractères fondamentaux des échelles métrique et logarithmique. Dans la première, toutes les cotes sont distantes d'une même longueur, donc la lisibilité est constante tout le long de la graduation. Dans les échelles logarithmiques au contraire la distance qui reste constante est

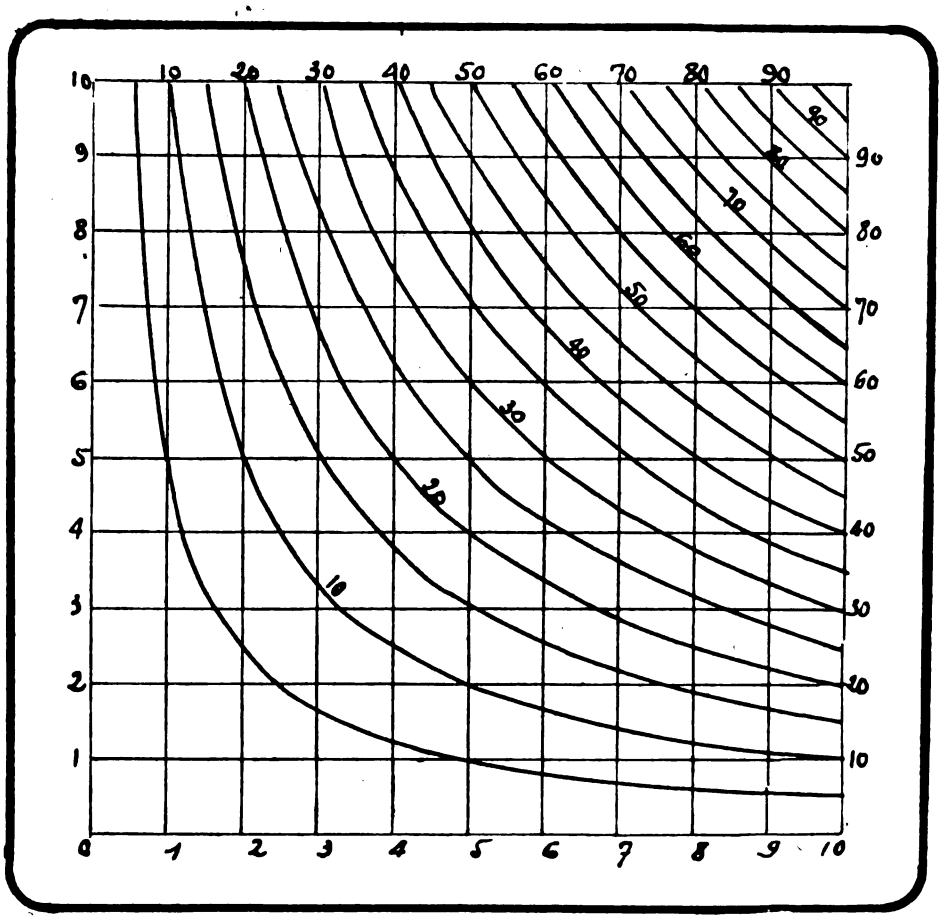


Fig. 1

celle de deux nombres dont les logarithmes diffèrent de 1, par exemple les nombres 1, 10, 100 ... d'une manière générale les puissances entières de 10. Par conséquent les cotes vont en se resserrant de plus en plus à mesure que leur valeur augmente, si bien que la lisibilité de l'abaque va en diminuant. On est donc conduit à changer ce que l'on appelle l'échelon, c'est-à-dire la raison de la progression arithmétique suivant laquelle varie x; l'expérience a montré qu'il convenait de ne pas prendre des échelons trop grands, afin de permettre l'interpolation à vue, et de ne pas introduire d'intervalles inférieurs à 1 millimètre. Aux points où on change d'échelon, on dit qu'il y a *césure*. Ainsi sur l'échelle logarithmique supérieure de la règle à calcul ordinaire, dont le module est de 12,5 %,

Digitized by Google

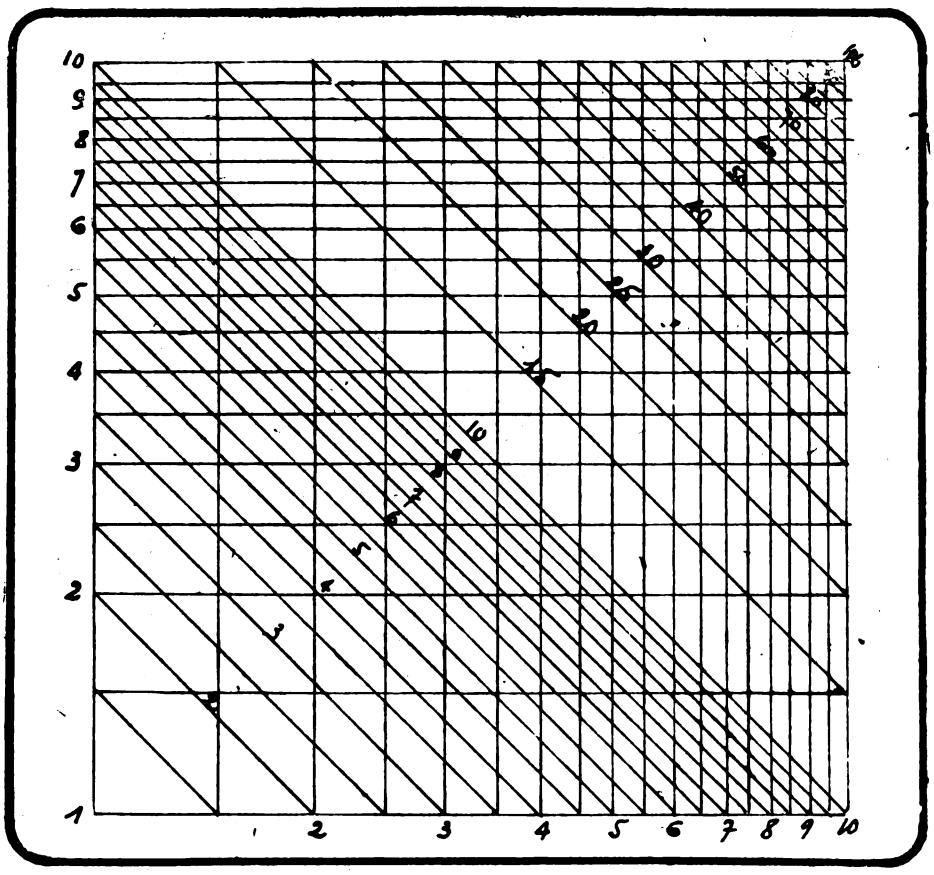


FIG. 2

il y a césure au point coté 2, où l'échelon passe de 0,02 à 0,05, et au point voté 5 où l'échelon passe de 0,05 à 0,5. Sur le nomogramme de la figure (2), il y a césure à la droite cotée 10, où l'échelon passe de 0,5 à 5. Au moyen de cet artifice, les échelles logarithmiques restent utilisables pour les plus grandes valeurs des variables, mais l'erreur que l'on fait dans l'interpolation croît avec ces valeurs; on peut admettre que l'erreur relative reste constante, et c'est tout ce que l'on peut demander à un nomogramme.

Ceci étant, quand peut-on employer avec avantage la cotation logarithmique ? Bien qu'on ne puisse pas dire grand'chose de général, on peut néanmoins affirmer que l'on *doit* l'employer quand la relation transformée par les logarithmes est *linéaire* par rapport aux logarithmes des variables. C'est, par exemple, le cas de toutes les relations de la forme

$$x_1 = K\,(x_2)^n$$

$$x_1^m\, x_2^n = x_3^p$$

$$x_1 = k\,(x_2)^{x_3}$$

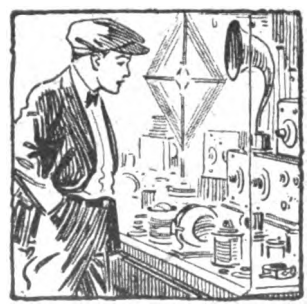
ou de relations plus compliquées, non plus entre des variables, mais entre des fonctions de ces variables, par exemple

$$\varphi_1(x_1) \cdot \varphi_2(x_2) \cdot \varphi_3(x_3) = k$$

Dans tous ces types les constructions se ramènent à des droites, et c'est ce qui impose la cotation logarithmique. S'il n'en était pas ainsi, il n'y aurait en général aucun avantage à transformer par logarithmes, et on emploirait de préférence l'échelle métrique ou ses dérivés.

A. BILLY,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique



Digitized by Google

AVIATION

L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES AVIONS

par Gilbert ÉTIENNE

Il a paru essentiel à la rédaction du « Q.S.T. » de traiter dans ses colonnes la question de la Radio-aviation. On trouvera donc ici même chaque mois un exposé des applications de l'électricité à l'aviation, sous la signature d'un de nos plus qualifiés techniciens.

Ci-dessous, l'analyse du problème de l'équipement électrique des avions, question souvent peu connue et très importante, montrera au lecteur combien la complexité est grande.

INDEPENDAMMENT des dispositifs électriques d'allumage des moteurs, tous les avions sont munis d'un équipement électrique qui constitue une distribution d'énergie facilement utilisable en tous les points de l'aéronef. Cette énergie électrique servira à l'éclairage, au chauffage, au démarrage des moteurs, à l'entraînement des servo-moteurs, des génératrices de T.S.F., etc...

L'importance de cet équipement est donc considérable et il pose une quantité de problèmes qui méritent tous d'être étudiés avec grand soin si l'on veut obtenir un fonctionnement sûr et éviter tout danger d'incendie.

En France, l'alimentation du « secteur électrique » de l'avion se fait en courant continu sous une tension de 24 volts; le courant continu a été choisi de préférence au courant alternatif, car il permet directement la recharge des accumulateurs; quant au choix de la tension 24 volts, il résulte d'un compromis entre le poids de l'installation et le rendement des divers appareils d'utilisation. D'une façon générale, l'équipement électrique d'un avion comprendra :

1° Les sources de courant;
2° Les canalisations;
3° Les organes de commande;
4° Les appareils d'utilisation.

1) Les sources d'énergie

Suivant l'importance de l'avion, on dispose à bord d'une puissance pouvant varier de 300 à 1.200 watts. Il existe en effet trois types de génératrices de courant continu 24 volts de bord d'avion.

Une génératrice 300 watts destinée aux avions monoplaces alimente directement les appareils d'utilisation.

Une génératrice de 600 watts destinée aux avions moyens porteurs, alimente le secteur du bord et charge une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 20 ampères 10 minutes.

Enfin, une génératrice de 1.200 watts pour les avions gros porteurs est montée en parallèle avec une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 40 ampères 10 minutes.

Ces génératrices d'un poids et d'un encombrement aussi réduits que possible peuvent être entraînées soit par moulinets autorégulateurs ou à pas réglable, soit par le moteur de l'avion; dans le premier cas, elles sont placées dans le vent relatif de l'avion, dans le second cas elles sont fixées directement au moteur par leur flasque avant et entraînées par l'intermédiaire d'un limiteur de couple qui amortit la brutalité des reprises du moteur. L'entraînement par moteur tend de plus en plus à remplacer l'entraînement par moulinet.

La vitesse nominale de toutes les génératrices de bord est de 4.500 t/m, mais elles doivent pouvoir donner leur puissance à partir de 3.500 t/m et supporter une survitesse de 6.000 t/m. Elles sont à excitation shunt et comportent un tableau de contrôle sur lequel est fixé un régulateur de tension et le conjoncteur disjoncteur.

Ce dispositif permet d'obtenir, soit une tension constante à 24 ± 1 volt, soit une tension variable entre 24 et 29 volts pour assurer la recharge correcte de la batterie d'accumulateurs.

Le régulateur est du type « Tyrill » à contact vibrant. Il provoque alternativement et rapidement l'insertion ou le court-circuit d'une résistance dans le circuit d'excitation de la génératrice et se règle par le seul jeu du ressort de la lame vibrante.

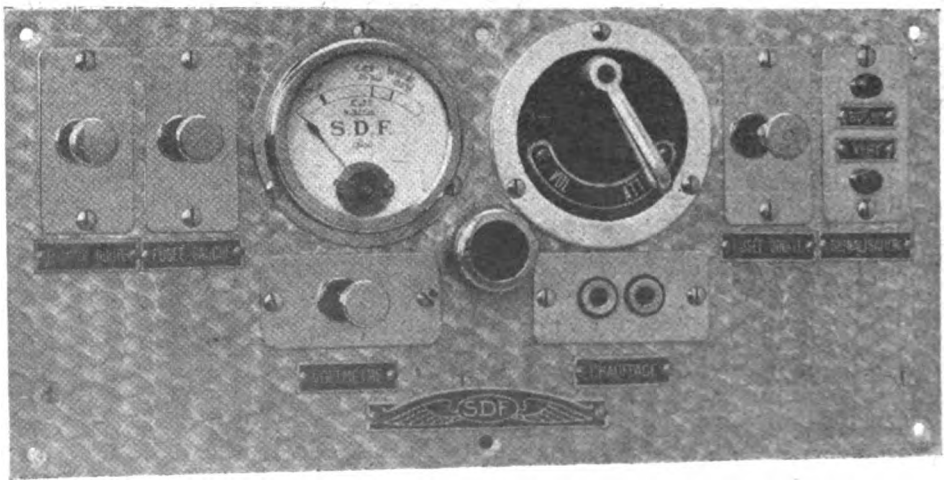


Fig. 1. — *Tableau pilote*

Digitized by Google

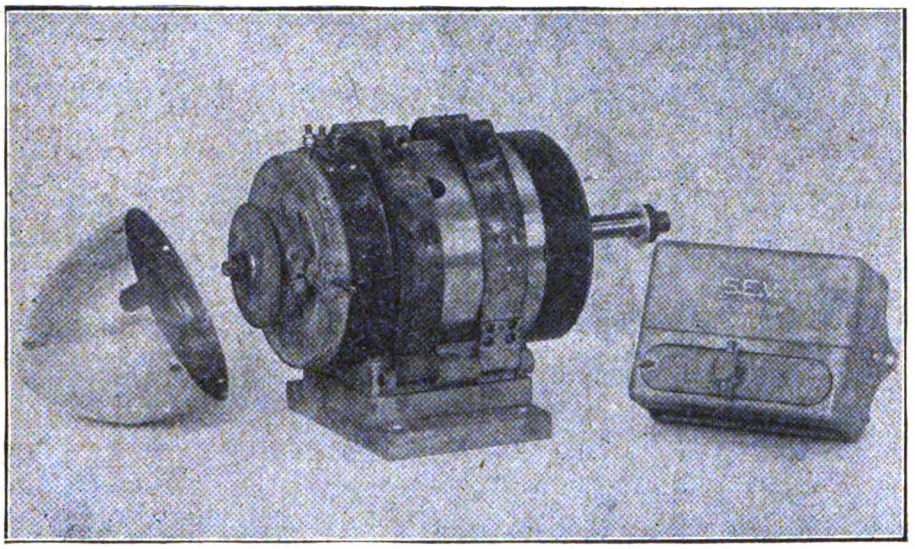


Fig. 2. — *Génératrice de bord 24 volts 600 watts*

Le conjoncteur disjoncteur a ceci de particulier, qu'il utilise le même noyau d'électro-aimant que le régulateur de tension, ce qui permet de réduire notablement les dimensions du tableau de contrôle.

Enfin, dans les cas de l'entraînement de la génératrice par moulinet, un frein permet d'immobiliser celui-ci lorsqu'on n'utilise pas l'énergie électrique du bord.

Les accumulateurs de bord d'avion sont des accumulateurs au plomb de 12 éléments réunis dans un bac en matière moulée.

Ils sont destinés à suppléer à la génératrice après la disjonction et notamment au moment de l'atterrisage lorsque le moteur tourne à faible régime ou lorsque la vitesse de l'avion se trouve réduite. C'est à ce moment que les phares d'atterrissage sont allumés et doivent donner leur pleine puissance. Les accumulateurs doivent alors débiter un fort courant, mais pendant un temps assez court. Pour cette raison, les plaques utilisées seront minces et de grande surface. Chaque bac contient trois plaques positives et deux négatives d'environ 2 millimètres d'épaisseur.

Les deux types de batteries de bord en service dans l'Aéronautique française, sont de 20 ampères et de 40 ampères, au régime de décharge de 10 minutes. Ils ont le même encombrement horizontal et ne diffèrent que par la hauteur des bacs.

2) Les canalisations

Toutes les canalisations électriques basse tension utilisées à bord des aéronefs sont constituées par une âme conductrice formée d'un toron de fils de cuivre étamé et d'une gaine isolante qui comporte une ou plusieurs couches de caoutchouc recouvertes d'une enveloppe de protection. De plus, elles sont toujours protégées soit séparément, soit en faisceau par un tube souple de coton tressé imprégné d'huile de lin et de gomme, puis verni. Les extrémités des conducteurs sont munies d'embouts et de cosses définis par une feuille de norme.

Les canalisations passent dans des endroits où elles sont à l'abri des projections d'eau, d'essence ou d'huile. Tous les raccordements, dérivations, connexions, se font par l'intermédiaire de plaques et boîtes à bornes. L'installation ne comporte jamais d'épissure.

3) Les organes de commande

Tous les organes de commande ou de contrôle sont groupés sur une même platine en duralumin, placée à portée de la main du pilote. Le courant y arrive directement du tableau de contrôle pour être réparti entre les divers appareils d'utilisation. Chaque départ se fait par l'intermédiaire d'un fusible.

Tous les appareils qui constituent le « tableau pilote » sont toujours disposés de la même façon sur la platine pour que le pilote puisse les trouver sans hésitation. Ce sont :

1° Un commutateur de 50 ampères, qui coupe les circuits de chauffage et allume les phares d'atterrissage ;

2° Deux boutons qui permettent la manipulation des feux de signalisation;

3° Deux interrupteurs pour l'allumage des fusées d'atterrissage;

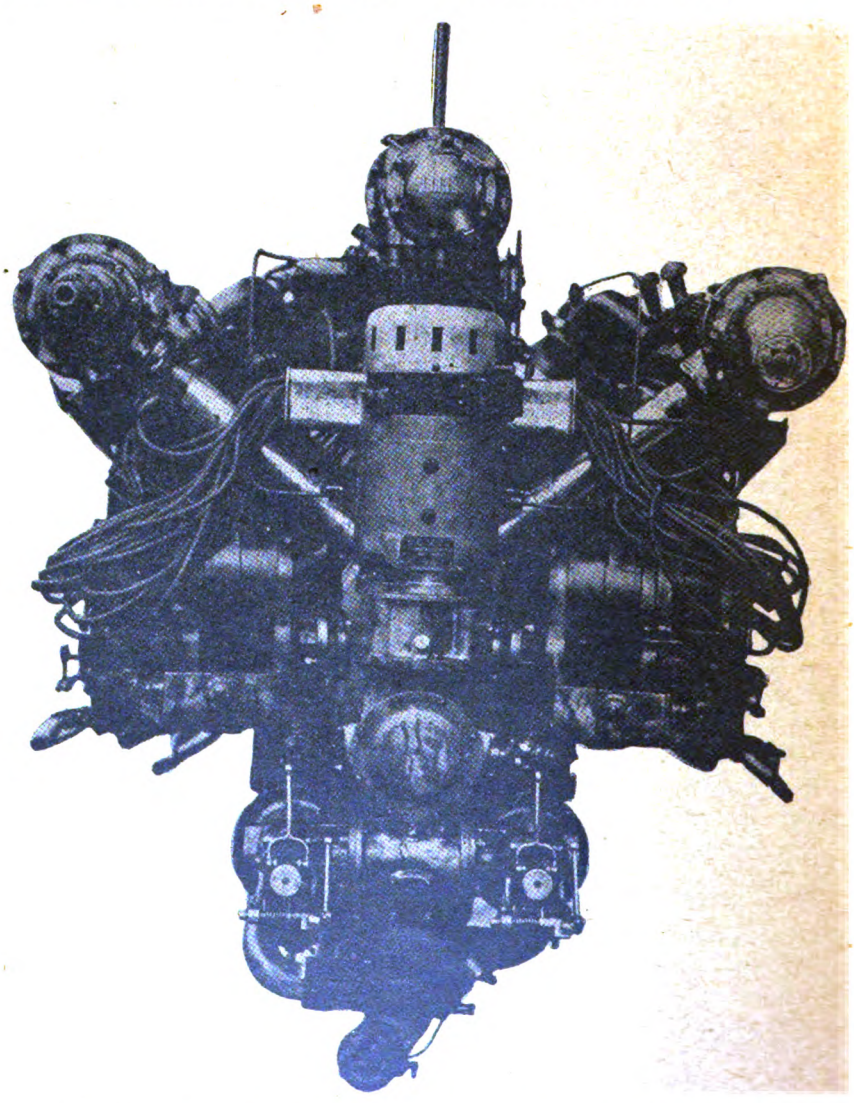


Fig. 3. — *Une génératrice de 1.300 watts sur un 650 CV Lorraine*

Digitized by Google

4° Un interrupteur commandant les feux de position ;

5° Une prise de courant pour l'éclairage du compas;

6° Une lampe de contrôle, directement branchée aux bornes de la génératrice;

7° Un voltmètre branché aux bornes d'une résistance dans laquelle on fait débiter la batterie pour mesurer la tension qu'elle développe entre ses bornes;

b) Les appareils de signalisation optique. — Ce sont le projecteur de signalisation, plus connu sous le nom de « pistolet To » et les feux de signalisation. Ces derniers sont constitués par deux petits projecteurs fixes placés l'un à l'avant de l'aéronef, l'autre sur le côté gauche et sont inclinés à 30° sur l'horizontale. Ils renferment une lampe de 40 watts à trois ergots, l'ouverture du projecteur est de 120° et ils comportent

tacle ou des lampes balladeuses. Les plafonniers sont analogues à ceux qui sont employés dans l'automobile, ils servent à éclairer les cabines de passagers ou les couloirs et comportent une lampe à filament métallique de 6 watts. Les lampes d'habitacle ou feux de bord sont constitués par de petites lanternes orientables, contenant une lampe à filament de carbone de 1,5 bougie consommant 5 watts, occultée par un verre rouge.

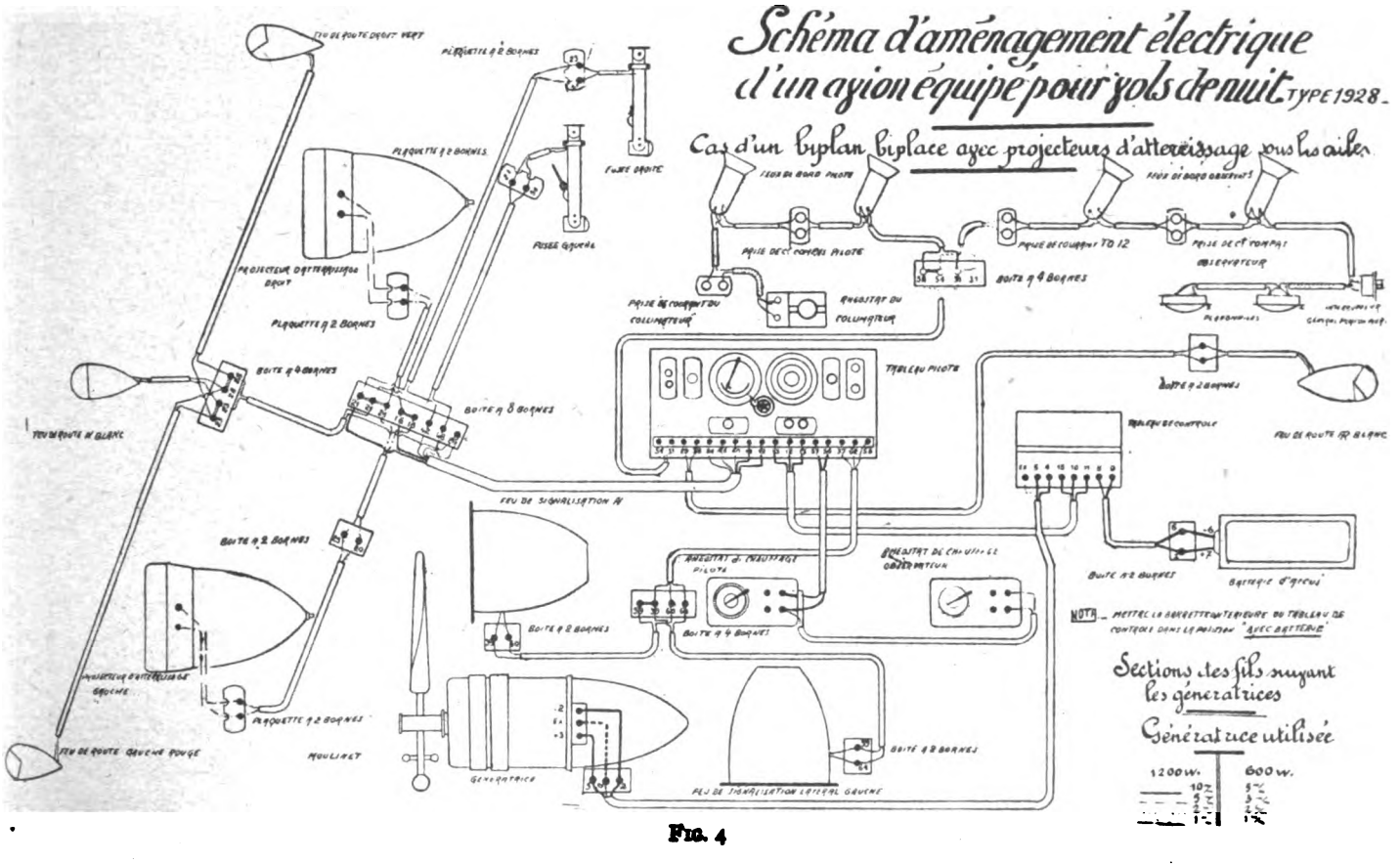


FIG. 4

8° Un interrupteur en série avec la résistance du voltmètre.

Enfin, à proximité du tableau pilote se trouve un rhéostat qui permet de régler le chauffage des vêtements de vol.

4) Les appareils d'utilisation

a) Les feux de position. — De même que les navires sur mer ou les voitures sur terre, les avions navigant de nuit doivent être munis de feux de route pour éviter les collisions.

Un système de 4 feux est disposé à cet effet, un blanc à l'avant, un blanc à l'arrière, un rouge à droite, un vert à gauche. De cette façon, la présence de l'aéronef sera non seulement signalée, mais sa direction de marche sera aussi déterminée. Ces feux sont constitués par une lanterne en duralumin, de forme profilée contenant une lampe de 16 watts et des réflecteurs appropriés.

un écran vert. Ils servent à « demander le terrain » lors d'un atterrissage de nuit.

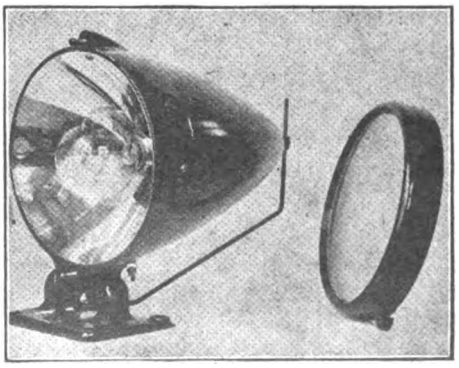


Fig. 5. *Projecteur d'atterrissage de bord*

c) Les feux de bord. — Les appareils servant à assurer l'éclairage intérieur sont des plafonniers, des lampes d'habi-

Ils servent à éclairer les instruments du bord.

Des lanternes spéciales assurent l'éclairage des instruments de contrôle des moteurs, placés directement sur les moteurs dans le cas des avions polymoteurs.

d) Projecteurs et fusées d'atterrissage. — Les projecteurs d'atterrissage, au nombre de deux sont placés à l'avant de l'aéronef, soit fixés au fuselage, soit aux plans; en général, l'un est fixe, l'autre mobile dans un plan vertical. Ils donnent un faisceau lumineux puissant, largement étalé qui permettra au pilote d'effectuer un atterrissage correct sur un terrain non éclairé.

Ils comportent chacun une lampe de 500 et même 1.000 bougies. Ce sont eux qui rendent indispensable la présence de la batterie d'accumulateurs, car ils sont utilisés au moment où la génératrice tourne au ralenti et n'est plus capable de fournir la puissance qui leur est nécessaire.

Digitized by Google

Les fusées d'atterrissage au nombre de deux, sont fixées sous le plan inférieur droit, pour ne pas éblouir le pilote qui,

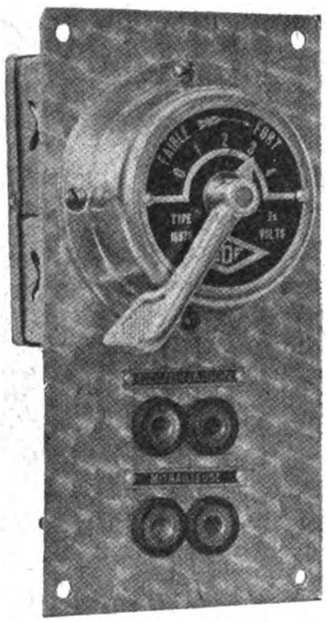


Fig. 6. — *Rhéostat de chauffage et prise de courant*

en général, regarde à gauche pour atterrir. La mise de feu électrique est constituée par un fil résistant qui rougit au passage du courant.

e) Chauffage. — L'énergie électrique du bord sert également au chauffage de l'huile du moteur, des mitrailleuses et des vêtements de vol de l'équipage.

Tous ces dispositifs sont constitués par des résistances judicieusement placées. Un rhéostat permet de régler la valeur du chauffage en fonction de la température ambiante, la consommation du réchauffeur d'huile est d'environ 200 watts, celle du réchauffeur de mitrailleuses de 100 watts et celle des vêtements chauffants de 100 watts.

f) Démarrage et servo-moteurs. — Le problème du démarrage des moteurs d'avion est d'une importance capitale. Les démarreurs électriques peu employés jusqu'à ce jour tendent à se développer de plus en plus. Deux types de démarreurs ont été utilisés et ont donné entière satisfaction. Le premier du genre « Bendix » est analogue à ceux qui sont employés couramment en automobile, le second du type « Eclipse » emprunte l'énergie d'un volant préalablement lancé par un moteur électrique. On fait actuellement un gros effort pour perfectionner le démarrage électrique qui semble devoir se généraliser dans un avenir rapproché.

L'emploi des servo-moteurs n'est pas encore très développé, mais il deviendra certainement indispensable avec les très gros avions.

Conclusions

Le court exposé qui précède montre la très grande importance de l'équipement électrique des avions. Sur les gros porteurs, cet équipement prend un développement considérable et le nombre des appareils électriques utilisés à bord croît de jour en jour. Pour répondre exactement aux besoins particuliers de l'aéronautique, le matériel doit être

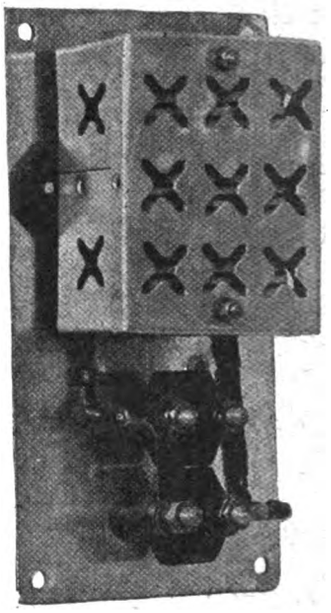


Fig. 7. — *Rhéostat de chauffage*

étudié spécialement au triple point de vue de la légèreté, du faible encombrement et de la sécurité.

Gilbert Etienne

Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

LE MOTEUR D'INDUCTION POUR PHONOGRAPHE

Les récents progrès acquis par le phonographe, grâce à l'application des procédés techniques d'amplification, lui ont donné droit de cité auprès d'un auditoire d'élite, naturellement beaucoup plus difficile que ses premiers adeptes, et tel défaut négligeable hier prend aujourd'hui une notable importance.

Sa voix s'est affermie, son timbre épuré et son registre développé, mais il faut aussi qu'il chante plus juste que jamais, et ceci dans le silence. C'est affaire de mécanisme à la reproduction.

La substitution des moteurs électriques aux mouvements d horlogerie a déjà marqué une importante étape dans cette voie, mais il semble qu'on pourrait faire encore mieux que ce qui est habituellement réalisé.

Le classique moteur universel n'est pas exempt de certains inconvénients. Tournant vite il est difficilement silencieux, son collecteur n'en simplifie pas l'entretien, ses étincelles sont souvent la source d'insupportables parasites pour les radiorécepteurs du voisinage, enfin sa caractéristique série ne favorise pas sa régulation.

Combien, à première vue, il semblerait plus simple d'utiliser un moteur d'induction à champ tournant et rotor en court-circuit, sans collecteur ni balais, à régime lent, limité d'ailleurs par la fréquence du secteur. On pourrait ainsi recourir à l'entraînement direct du plateau porte-disque, et le seul organe mécanique, le régulateur n'aurait à fournir qu'une besogne insignifiante.

Malgré ces évidentes qualités, le moteur d'induction n'a pas encore connu la grande vogue, c'est que sa réalisation ne souffre pas la médiocrité. Simple d'apparence et de principe, ce moteur est en réalité très délicat à établir pour les petites puissances. Son faible couple n'admet aucune tolérance de construction. Qu'on modifie légèrement son entrefer et toutes ses caractéristiques sont changées. Seule une réalisation mécanique impeccable, en particulier des paliers sans jeu, peut lui garantir le rendement nécessaire, il confine alors à la perfection.

Un des plus beaux échantillons conçus dans cet esprit est le moteur Paillard, représenté en France par les Etablissements Samok, 6, rue Marc-Seguin, Paris (18e).

La photographie ci-jointe donne une idée de sa disposition originale. Le rotor en forme de barillet tourne entre les inducteurs principaux, placés à l'intérieur, et les inducteurs auxiliaires situés à l'extérieur vis-à-vis des premiers. Cette disposition permet de réduire l'entrefer au minimum. Porté par deux paliers à billes sur un robuste châssis en fonte, l'arbre entraîne directement le plateau porte-disque. A sa base, une vis sans fin commande directement le classique régulateur, logé dans un des bras du châssis. Une extraordinaire impression de robustesse et de simplicité se dégage de cette construction.

Le même moteur peut convenir entre 40 et 60 périodes. D'autres types sont établis pour fonctionner sous 25 périodes ou 220 volts.

Ce moteur fonctionne sans l'interposition d'aucune résistance. Sa consommation varie entre 17 et 32 watts. Son couple lui permet de vaincre la résistance d'un pick-up de 250 grammes placé à 15 % du centre.

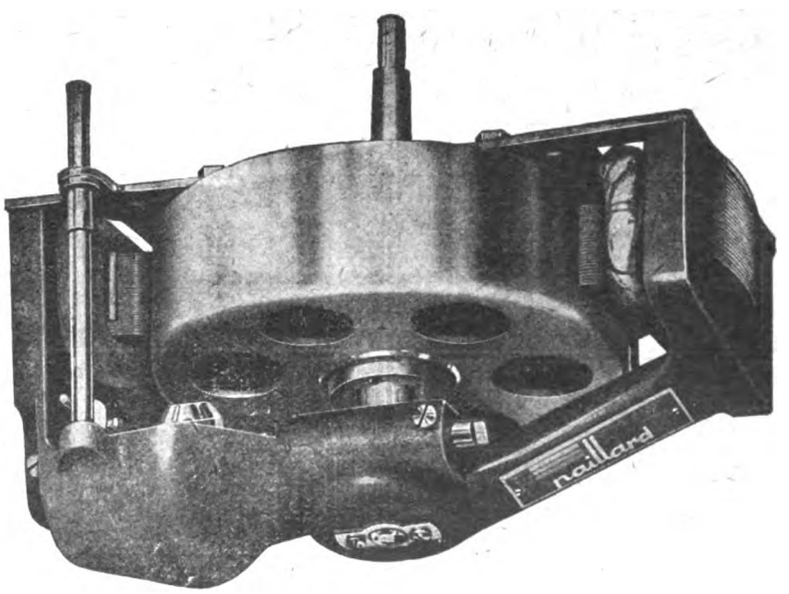


FIG. 1

En fonctionnement, son échauffement ne dépasse pas 35° au dessus de la température ambiante.

L'absence de toute complication mécanique permet de loger dans ses paliers l'infime quantité de lubrifiant nécessaire pour plusieurs années de service inten-

Digitized by Google

sif. C'est dire que ce moteur ne réclame absolument aucun soin.

La maison Paillard utilise aussi son moteur d'induction pour les reproducteurs de cinéma, avec un dispositif spécial assurant la rotation du disque à volonté à 33,3 ou 78 tours.

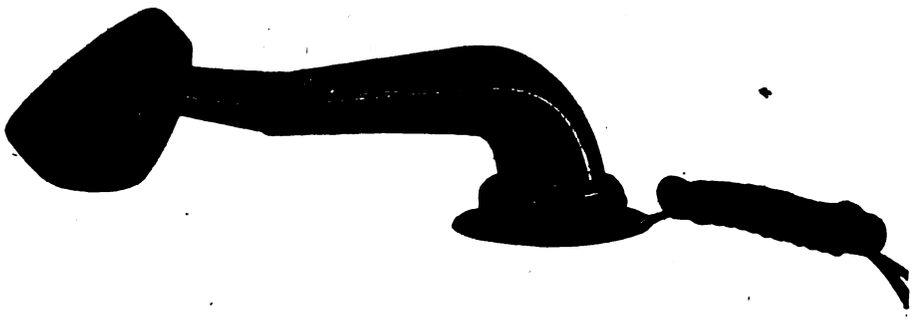


FIG. 2

On sait les difficultés que représente la construction d'un bon moteur d'enregistrement. Le moteur à champ tournant a permis de résoudre élégamment ce problème. Pratiquement le modèle établi dans ce but par Paillard est constitué par deux moteurs de reproduction montés sur le même arbre,

Cette maison spécialisée depuis plus d'un siècle dans la musique mécanique — fondée en 1814, son premier objet fut la construction des « boîtes à musique » pour caves à liqueurs, etc. — établit d'ailleurs toute la gamme des accessoires nécessaires au phonographe moderne.

Elle présente:

Un moteur électrique universel ;

Un moteur électro-mécanique fonctionnant indifféremment à la main ou sur le courant ;

Un moteur électrique à basse tension, destiné à être alimenté par les accus d'un poste de T.S.F.

Ces deux derniers échantillons retiendront particulièrement l'attention des amateurs, des démonstrateurs et des forains.

Elle établit aussi des diaphragmes électro-magnétiques : un modèle normal convenant à la plupart des cas, et un super pick-up (fig. 2) qui constitue une véritable nouveauté, et qui répond à un besoin tout particulier. C'est en effet un instrument à grand rendement qui fournit directement l'énergie nécessaire pour attaquer une lampe de puissance. Deux étages suffisent ainsi pour alimenter les haut-parleurs les plus puissants. Naturellement cette disposition ne présente d'intérêt que si le pick-up n'est pas par lui-même le siège d'une distorsion quelconque. La courbe de la figure 3 donne toute garantie à cet égard. On y voit en effet qu'entre les fréquences électriques 30 et 3.500; soit les fréquences acoustiques 60 et 7.000 la tension reste pratiquement constante. La seule pointe de résonance qu'on y note, sur les fréquences les plus favorables d'ailleurs, ne dépasse pas 10 %.

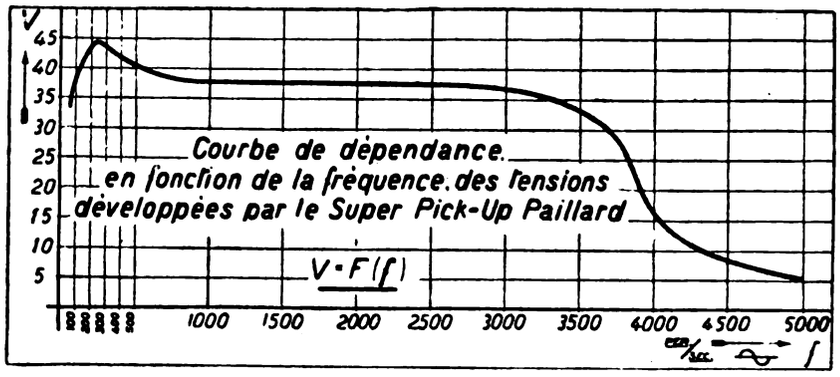
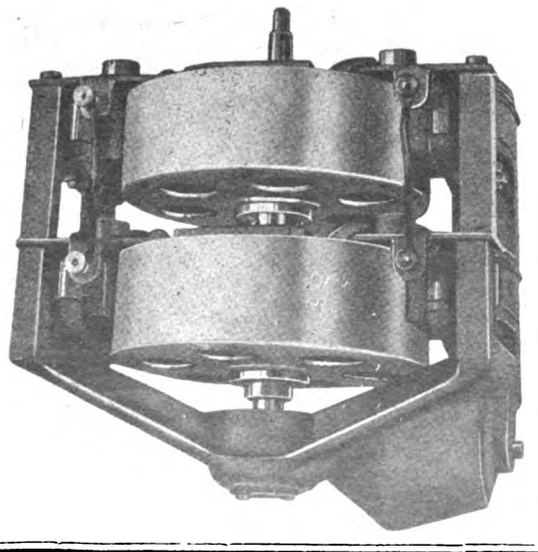


FIG. 3

Pour compléter cette collection nous trouvons deux amplificateurs à deux étages avec dispositif d'alimentation, d'une présentation compacte et d'une fidélité admirable. Ils fournissent respectivement 6 et 12 watts modulés, ce qui leur permet d'alimenter 3 ou 8 haut-parleurs électrodynamiques. A. T.



Moteur Électrique à Induction

pour machines parlantes

Modèles : 100 à 250 volts
20-35 et 40-60 périodes
33 1/2 78 et 120 tours minute

pour l'enregistrement des disques à deux tambours

paillard

Moteurs universels électriques et électro-mécaniques

DÉPOSITAIRE EXCLUSIF : ÉTABLISSEMENTS **SAMOK**

6, rue Marc-Séguin. PARIS-18e TÉL.: NORD 56.09

Amplificateurs ***Pick-up*** ***Accessoires***

Digitized by Google

RECEPTEUR SFER

3 LAMPES

La collaboration ne saurait exclure les constructeurs qui sont à même de situer une question en l'examinant sous tous ses angles et en lui donnant une solution pratique spécialement adaptée à leur expansion.

Le lecteur trouvera ci-dessous une description d'un matériel nouveau et intéressant, d'une de nos grandes firmes.

Le SFER 34 est un récepteur à 3 lampes auquel sa conception originale et sa réalisation particulièrement étudiée confèrent les qualités de sélectivité et de puissance inconnues jusqu'à ce jour dans des appareils de ce genre. Il présente, en outre, les avantages suivants :

1° *Commodité d'installation et d'entretien,* le SFER 34 fonctionnant entièrement sur le courant alternatif du secteur sur lequel il se branche directement au moyen d'une prise de courant, comme une simple lampe portative;

2° *Simplicité extrême de réglage,* celui-ci s'effectuant au moyen de deux condensateurs, un commutateur à trois positions assurant l'accord sur ondes courtes, moyennes et longues (200 à 2.000 mètres).

DESCRIPTION. — Le dispositif d'alimentation est constitué par un transformateur ramenant la tension du secteur aux valeurs nécessaires pour le chauffage des filaments, les tensions plaques et de polarisation. Ces deux dernières sont redressées au moyen d'une valve DARIO V 675. Le courant redressé est filtré par un dispositif de selfs et de capacités très étudié, éliminant complètement tous les « bruits de réseau ».

Le dispositif de réception est constitué par :

Un étage détecteur à réaction électrostatique :

Deux étages d'amplification basse fréquence à résistances, qui assurent une qualité acoustique remarquable.

Il est équipé avec les lampes DARIO-RESEAU à très bas voltage (0,6 volt) qui permettent l'emploi de très fortes tensions plaques (jusqu'à 150 volts) ce qui lui donne une grande puissance et une grande fidélité de reproduction.

Nous donnons ci-joint schéma de principe.

Pour tirer des diverses sortes d'antennes le meilleur rendement, il a été prévu sur ce schéma trois prises avec coupures par condensateur, permettant ainsi de couvrir toute la gamme du broadcasting et réalisant l'ajustement de l'antenne sans trou ni omission.

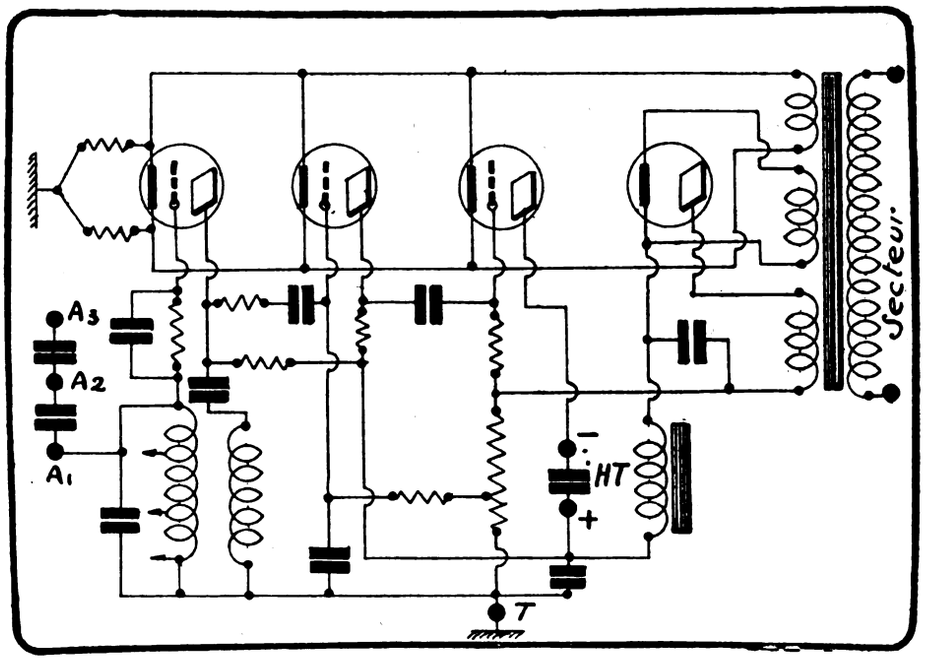


FIG. 1

L'étage détecteur muni d'une réaction statique ne peut amener de déformations par suite des caractéristiques des capacités et résistances employées.

L'amplification BF montée à résistances dépasse en puissance celle de deux étages à transformateurs, grâce aux fortes tensions plaques mises en jeu et aux tubes choisis (lampes DARIO R 678).

Ces lampes à forte résistance interne et grand coefficient d'amplification donnent à l'appareil un rendement élevé malgré le montage simple employé. La qualité de son est également parfaite, puisqu'il n'existe aucun circuit magnétique à fer pouvant amener une distorsion quelconque.

Les résultats obtenus avec le SFER 34 sont particulièrement intéressants; jusqu'à 150 kilomètres de Paris, il reçoit la Tour et Radio-Paris ainsi que quelques étrangers, sur le secteur comme antenne.

L'installation dans ce cas, se simplifie à l'extrême et comporte uniquement le poste et son haut-parleur, le tout relié à la première prise de courant venue.

Dans Paris, même, la sélection est largement suffisante pour séparer la Tour de Radio-Paris.

Sur antenne extérieure de 15 mètres, en banlieue ou en province, les émetteurs étrangers sont correctement reçus; suivant les conditions locales le nombre des stations entendues varie, la moyenne ordinaire est d'une quinzaine de postes, mais la facilité de manœuvre du SFER 34 est telle, que bien des amateurs dépassent 50 stations.

Le récepteur SFER 34 est donc par excellence l'appareil idéal grâce à sa simplicité, son haut-parleur-rendement, sa consommation réduite (20 watts environ) et enfin, ce qui ne gâte rien, un prix vraiment modique.

Digitized by Google

LE PROBLÈME

Les actions à vote plural

Par R. LEROQUE, Dr en Droit

La solution actuelle

Les questions sociales ne sauraient être passées sous silence dans les colonnes d'un journal tel que celui-ci. C'est pourquoi la rédaction a cru utile d'ouvrir une rubrique traitant de ce sujet.

Les actions à vote plural sont à l'ordre du jour; moyen de défense à une heure critique, il semble bien qu'il soit périmé et peut-être dangereux.

L'étude ci-dessous renseignera le lecteur sur cette question.

LE marché de Paris est de plus en plus déserté par la clientèle. Est-ce que l'épargne, cette vertu bien française aurait cessé d'être en honneur? Espérons qu'il n'en est rien et que l'épargnant français se mettra de nouveau en quête du placement avantageux.

Cependant cet abandon du marché est tel que la grande presse, les Pouvoirs publics s'en sont inquiétés. De toute part on préconise certaines mesures que l'on estime de nature à ramener la clientèle déficiente et l'on déclare partout qu'il est urgent d'intervenir.

Une première catégorie de mesures ont été prises: la dernière loi de dégrèvements a fait bénéficier les transactions sur les valeurs mobilières, de diminution d'impôt assez importante. Une telle résolution est de nature à favoriser les transactions. Les diverses taxes de transmission agissent sur ces transactions comme le font les droits de douane sur les importations. Les droits trop élevés sur les transactions sont assurément une entrave.

Mais on a préconisé des mesures d'un autre ordre qui touchent à un vice beaucoup plus profond de notre organisation. Le ministre des Finances a fait connaître le mois dernier qu'il va déposer prochainement un projet de loi réglant le statut des sociétés de placement. Il annonce devoir déposer également un projet de loi concernant les commissaires aux comptes: les commissaires aux comptes ne pourront plus avoir avec les administrateurs de la société dont ils sont appelés à justifier les bilans, des liens de proche parenté; en outre ils ne devront pas être choisis parmi les salariés de cette société ou de ses filiales; ils seront responsables en cas de distribution d'un dividende fictif au même degré que les administrateurs mêmes de la société.

Ces mesures nous montrent le vice dont souffre le marché des actions de société: il y a crise de confiance. Le public ne recherche plus avec son ardeur ancienne les titres de société. Il sait que le réseau des dispositions légales, réglant le statut des sociétés est trop lâche; il sait que de malhonnêtes gens peuvent tirer parti de cette situation pour s'enrichir au détriment des actionnaires et il préfère placer sa fortune en valeurs à revenus fixes.

Les actions à vote plural sont l'un de ces moyens particulièrement utilisés par les détrousseurs de l'épargne; il faut reconnaître qu'il est possible d'en faire un mauvais usage. D'autre part les actions à vote plural sont rigoureusement dans la légalité: Le législateur a dû intervenir pour les interdire, timidement il est vrai, en raison précisément de leur multiplication.

Chacun sait que les titres de cette catégorie, jouissent aux assemblées générales d'actionnaires d'un privilège de vote. Les porteurs de tels titres disposent pour un capital nominal donné, d'un nombre de voix supérieur à celui attribué à une action ordinaire: ce bénéfice leur est assuré avec des modalités diverses. L'attribution ainsi que la vente ou la transmission en sont généralement subordonnées à l'agrément du conseil d'administration, ce qui implique qu'ils révèlent la forme nominative.

LA LEGALITE DES ACTIONS A VOTE PLURAL

Le régime des sociétés par actions est réglé par la loi du 24 juillet 1867. L'idée essentielle de cette loi est la suivante : la société anonyme par actions est une véritable démocratie de capital. L'égalité des actionnaires est de règle absolue. Le conseil d'administration exerce par délégation du capital, l'administration de la société: c'est un véritable gouvernement, un gouvernement démocratique. Il peut être renversé à tout moment, dès qu'il n'a plus la confiance de la majorité des actionnaires.

Cependant, le Parlement en 1905 [1], semble apporter à ce principe une dérogation d'importance; il autorise l'émission d'actions de priorité « jouissant de certains avantages sur les autres actions ou conférant des droits d'antériorité, soit sur les bénéfices, soit sur l'actif social, soit sur les deux ». Et il ajoute cet additif: « *Sauf dispositions contraires des statuts,* les actions de priorité et les autres actions ont, dans les assemblées un droit de vote égal. » Cette formule n'écarte donc pas la possibilité du privilège de vote, pourvu que les statuts l'aient prévue, ou qu'ils soient

[1] Loi du 16 novembre 1903, qui modifia l'art. 34 du Code de Commerce.

Digitized by Google

modifiés par l'assemblée générale qui décide l'émission de titres comportant un tel privilège.

Les actions de vote privilégié se présentent donc comme un cas particulier d'actions de priorité, et par là même, sont autorisées par la loi. A la suite de nombreuses discussions juridiques, la jurisprudence a ratifié cette conception. Tout récemment la Cour de Paris [2], a décidé qu'aucune disposition légale n'interdisant la pratique des actions à vote plural, une société anonyme, ne peut être déclarée nulle en la forme, pour création d'actions de cette nature.

La Cour de Cassation [3] n'a pas encore eu à trancher cette question et l'on peut donc affirmer, en l'état actuel de la jurisprudence, la légalité des actions à vote privilégié.

FORME ET DISTRIBUTION DES ACTIONS A VOTE PRIVILEGIE

Sous le terme générique d'achats à vote privilégié on doit englober toutes les variétés d'actions qui confèrent à leur propriétaire un privilège de vote. L'ingéniosité des conseils d'administration nous a donné une multiplicité de formes vraiment extraordinaire. Nous n'avons pas la prétention de les exposer toutes: nous en donnons quelques-unes à titre d'exemple.

1° La société a émis des actions ayant toutes un droit de vote identique: le même nombre de voix par action. Mais les actions sont à un nominal différent, les unes de 500, les autres de 100 francs par exemple: quoiqu'il n'y ait pas apparemment de véritables actions à vote plural, en fait ces dernières ont à capital égal, un droit de vote 5 fois supérieur à celui des premières.

2° Par contre la société a pu créer des actions ayant un droit de vote plus élevé que d'autres. C'est le cas par exemple de la Compagnie générale d'Electricité, dont les actions à vote simple disposent d'une sèule voix, alors que les actions à vote privilégié disposent de 15 voix. La société l'Energie électrique du Nord de la France nous offre une variante du même système. Dans cette société 10 actions ordinaires disposent d'une seule voix, alors qu'une seule action à vote privilégiée confère à son porteur, le même droit à une seule voix. La Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône nous offre une exagération de ce même système, alors que 10 actions ordinaires ont une voix aux assemblées générales, les actions privilégiés ont deux voix par action.

3° Certaines sociétés combinent les deux systèmes précédents et créent ainsi une inégalité accrue. Pérenchies par exemple, a des actions d'un nominal de 250 francs disposant d'une voix, en regard d'actions de 100 francs à vote privilégié ayant 3 voix par action.

4° Un quatrième procédé n'aboutit pas à la création d'actions à vote privilégié. Il consiste à émettre des actions du même nominal et bénéficiant du même droit de vote. Seulement, alors que les unes sont totalement libérées, les autres le sont d'un quart seulement. Ce procédé rend le privilège à peu près inattaquable. Le risque du rappel pèse sur les actions non libérées. C'est le régime adopté par la Compagnie d'éclairage par le Gaz.

5° La Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône nous offre une variante du système précédent. Les actions à vote privilégié qui disposent de 2 voix alors que 10 actions ordinaires ne disposent que d'une voix, ne sont libérées que d'un quart. Le rapport des droits de vote respectifs des deux catégories d'actions est $\frac{1}{80}$.

6° Il semble qu'il soit difficile d'aller plus loin dans le domaine du privilège et de la fantaisie. Il y a mieux encore. La Société financière des Pétroles prévoit dans ses statuts: « Les actions ordinaires ont droit à une voix. Les actions à vote privilégié n'ont pas un nombre de voix fixe, mais, prises dans leur ensemble elles auraient autant de voix qu'il sera représenté d'actions ordinaires dans l'assemblée considérée ».

Le droit de contrôle des actionnaires disparaît complètement. Il n'y a guère mieux à faire à moins d'imiter certains pays étrangers et faire des actions sans droit de vote. Or, dans l'esprit de la législation française le droit de vote est de l'essence de l'action.

En ce qui concerne la distribution des actions à vote privilégié, leur répartition, la fantaisie est non moindre. Parfois elles sont réservées aux anciens actionnaires, proportionnellement à leurs actions, ou aux porteurs d'actions nominatives: l'équité est sauve mais la fantaisie commence quand elles sont réservées aux anciens actionnaires sous l'agrément du conseil; la fantaisie est encore plus grande quand elles sont réservées à certains hommes au détriment des actionnaires. Parfois même, froidement les actions à vote privilégié sont réservées à la discrétion du conseil d'administration (Compagnie générale d'Electricité, Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône, Energie électrique du Nord de la France) [1].

Le silence de la loi en ce qui concerne les actions à vote privilégié a rendu possible l'émission de telles actions. Voyons quels usages en ont été faits.

LA THESE FAVORABLE AUX ACTIONS A VOTE PLURAL

Les actions à vote plural ont été assez souvent utilisées à des fins justifiables. C'est ainsi que dans beaucoup de sociétés ayant émis des actions de cette sorte l'avantage en matière de vote est compensé par des avantages consentis aux actions à vote simple: elles reçoivent un premier dividende que n'ont pas les actions à priorité de vote; elles reçoivent un superdividende supérieur à celui des actions à vote plural; elles ont un droit plus considérable dans la répartition de l'actif en cas de dissolution; ou en cas d'insuffisance de bénéfices ou de l'actif elles reçoivent satisfaction avant les actions à vote plural pour le service d'intérêt ou le remboursement du capital souscrit.

Les circonstances qui expliquent ce jeu d'équilibre des avantages réservés aux diverses actions sont assez diverses. C'est par exemple un industriel qui apporte son entreprise dans une société et qui tient à ne pas abdiquer la direction entre les mains des capitalistes qui souscrivent aux actions de numéraire. Il consent moyennant le vote plural attaché aux actions qu'il reçoit, à réduire la rémunération de son apport que cette réduction soit nominale, ou que cette diminution se manifeste par la distribution aux souscripteurs d'actions ordinaires, de parts de fondateur.

Parfois encore la création d'actions à vote plural permet le sauvetage d'une société dont la ruine semblait inévitable. Elles permettent d'assurer à des apporteurs de capitaux frais, la direction de l'affaire. Ils ne consentent à engager leurs fonds, leur crédit, leur réputation que si on leur accorde un contrôle certain de la gestion sociale. Sans doute d'autres procédés s'offrent aux sociétés pour éviter la ruine. Elles peuvent accorder aux capitaux qu'elles désirent attirer des avantages autres que celui de la priorité de vote: elles peuvent réduire le capital social ancien, avant de procéder à l'émission des nouvelles actions; elles peuvent accorder un privilège de dividende ou de participation à l'actif; elles peuvent attribuer aux souscripteurs du nouveau capital des parts de fondateur. Mais ces avantages pécuniaires sont lourds: si le même résultat est atteint contre une simple priorité de vote le capitalisme conservera ses droits complets à l'actif et aux bénéfices.

Mais en dehors même des cas où des avantages pécuniaires sont accordés au capital dont les droits de vote sont réduits, la pratique a dans de multiples cas révélé l'utilité des actions à vote plural. Ces actions en effet, assurent le contrôle

---

[2] Arrêt de la Cour d'appel de Paris, 14 janvier 1929.

[3] La Cour de Cassation italienne (15 juillet 1926) a admis la validité des actions à vote privilégié. En raison de l'analogie de la législation italienne et de la nôtre en la matière cette opinion est intéressante.

[1] Nous avons cité des exemples de préférence parmi les sociétés d'électricité. On trouverait tout autant de fantaisie et d'arbitraire parmi les sociétés se livrant à un autre genre d'activité.

Digitized by Google

de la conduite de la société: elles mettent le groupe qui les possède à l'abri des intrigues que peuvent rendre possibles les aléas du marché des actions des sociétés. Le conseil d'administration ayant la confiance des actionnaires se maintiendra grâce à la majorité artificielle réalisée par les actions à vote privilégié. L'intérêt du Conseil y trouve sans doute son compte ; mais ne peut aussi être l'avantage des actionnaires qui échappent ainsi à l'emprise de capitalistes puissants. Ceux-ci pourraient en s'assurant une majorité dans les assemblées générales substituer une direction de leur choix à la direction des compétences techniques qui ont fait la prospérité de la société.

D'autre part qui va remplacer ce conseil composé des personnalités qui ont fondé la prospérité de l'entreprise, et ont assuré sa marche depuis le début de la société et même depuis une époque antérieure ? Ce ne saurait être des gens plus qualifiés, c'est très probable. Mais ce peuvent être des ennemis de la société. Des concurrents peuvent avoir intérêt à s'assurer la direction d'une affaire prospère pour la ruiner, ou d'une affaire naissante pour l'empêcher de prospérer. Plus simplement encore la société peut avoir des secrets de fabrication, des inventions dont un concurrent tirerait de nombreux avantages. Peut-être encore cette emprise pourra servir des industriels qui se procureront par un marché avantageux des matières premières dont ils ont besoin, ou s'assureront à un prix rémunérateur l'écoulement des produits de leur propre entreprise. Toutes ces opérations sont dommageables aux actionnaires. Rendre impossibles de telles entreprises est certainement souhaitable.

Si l'on suppose que la majorité des titres peut être absorbée par des étrangers qui s'empareront de la gestion d'industries utiles à la défense nationale, on admettra que le danger auquel il faut parer est d'importance. Très souvent dans les conseils d'administration on a présenté l'argument irréfutable, tiré de ces considérations: on en a certainement abusé.

En tout cas, pour toutes les entreprises, quel que soit leur objet, la prédominance des étrangers dans la gestion est pleine d'inconvénients. On reproche aux sociétés étrangères de constituer en France des sociétés dont elles s'attribuent le contrôle et qui leur servent à écouler leurs produits. Elles les font fabriquer en France par leurs filiales françaises, ne laissant à ces dernières qu'un faible bénéfice. Le contrôle de sociétés françaises prospères par des entreprises étrangères, risque fort d'entraîner la ruine des industries françaises au profit de l'étranger et au détriment des actionnaires français et du contribuable.

Les avantages qui peuvent résulter pour une entreprise de la création d'actions à vote plural sont donc très justifiables. Ces titres répondent à la satisfaction de besoins réels. Au surplus l'on pourrait objecter à leur suppression que la liberté des conventions fait la loi des parties. Les actionnaires ont été appelés à sanctionner les actions à vote plural. Ils en ont approuvé la création. Les actionnaires ne sont ni des nuiseurs, ni des faibles pour que l'Etat s'immisce dans la gestion des sociétés.

LA THESE DES ADVERSAIRES

Les adversaires des actions à vote plural estiment qu'il est immoral qu'une minorité gouverne une majorité. C'est sans doute ce sentiment bien français qui explique la timidité de l'introduction dans notre pays de telles actions; c'est également le sentiment qui a provoqué la levée de boucliers à laquelle nous assistons.

On objecte aux adversaires des actions à vote plural que l'immoralité qu'ils veulent proscrire n'est pas unique. L'inconvénient de cette immoralité n'est pas plus grand, le danger n'est pas plus pressant dans les sociétés par actions que dans les sociétés en nom collectif par exemple. Or, dans ces dernières, les statuts peuvent librement donner au gérant les pouvoirs les plus absolus; les mesures les plus graves peuvent lui être permises. Il en est de même pour les sociétés en commandite.

On peut répondre à cette objection que la loi en effet, a prévu la possibilité de constituer des sociétés où un pareil blanc-seing peut être donné au gérant de la société. Mais elle a prévu également une autre catégorie de sociétés où pareil blanc-seing n'est pas possible, où le contrôle sur l'administration de la société appartient au propriétaire du capital. Et c'est tromper sur la nature de l'acte social que de proposer au public une société par actions dans laquelle les porteurs des actions sont privés de leur contrôle par un groupe à la fois juge et partie de l'administration.

Les adversaires des actions à priorité de vote, le sont surtout pour des raisons pratiques. Les actions à vote privilégié amènent fatalement le sacrifice des intérêts des actionnaires au profit des membres des conseils d'administration. Ces derniers en effet président aux intérêts de la société avec un captial réduit. Leur intérêt est de donner le moins possible aux actionnaires dont ils ne sont pas; seuls les pourcentages auxquels ils ont droit peuvent les enrichir. Il en résulte la thésaurisation des réserves. Les actionnaires ne reçoivent plus de dividende; ils protestent dans les assemblées générales. Vaines protestations: les conseils d'administration ne répondent même pas qu'ils sont assurés de la majorité, grâce aux actions à vote plural.

Le danger de mainmise de l'étranger a été dans la plupart des cas le prétexte choisi par les conseils d'administration, au moment de la dépréciation du franc, pour consolider leur situation en effrayant les actionnaires par de sombres prédictions.

Le danger se trouve écarté aujourd'hui et par conséquent cette utilisation de circonstance des actions à vote plural ne saurait valoir pour une période normale telle qu'elle est réalisée chez nous depuis la stabilisation. Mais les adversaires des actions à priorité de vote prétendent que cette mainmise de l'étranger est rendue plus facile par la présence de tels titres dans une société, elle est rendue premièrement beaucoup moins lourde à réaliser: il suffit d'acheter le paquet d'actions à vote plural. La présence de tels titres rend en effet plus possible une mainmise dans le cas où elle pourrait être difficile par suite de la dispersion des actions d'une société [1] En tout cas en régime ordinaire quand un groupe veut acquérir en bourse à prix d'or, les titres nécessaires pour obtenir le contrôle d'une affaire, les actionnaires bénéficient au moins quelque temps d'un prix d'achat élevé de leurs titres; l'occasion leur est offerte de rentrer largement dans leurs fonds.

Les adversaires des actions de priorité prétendent que la création des actions à vote plural permet l'opération suivante tirée de la pratique et que nous exposons sur un exemple chiffré. Supposons une société au capital de 50 millions divisé en 100.000 actions de 500 francs donnant droit à 10.000 voix dans les assemblées, soit une voix par 10 actions. Supposons encore que ces actions sont cotées en bourse 2.000 francs. Le capital social est porté de 50 à 55 millions par la création de 10.000 actions de 500 francs libérées d'un quart, donnant droit à 1 voix par action. Supposons même pour être tout à fait dans la vraisemblance qu'elles soient émises avec une prime de 75 francs. Chaque action revient à 1/4 de 500 francs ou 125 francs plus 75 francs = 200 francs. Ces actions sont à la discrétion du conseil d'administration.

Celui-ci se réserve les actions à vote privilégié. Il doit débourser pour les avoir 10.000 × 200 = 2 millions. Le conseil jusque là s'était assuré la majorité par la propriété de la moitié des actions ordinaires soit 50.000 actions au nominal de 500 francs qui valent au cours de 2.000 francs (cours actuel supposé). 2.000 frs × 50.000 = 100.000.000 millions.

---

(1) La Société Pathé-Cinéma émit en 1927, 5 millions de francs d'actions à vote plural libérés d'un quart, donnant droit à 250.000 voix (soit moyennant un versement de 1.250.000 francs). Les autres actionnaires qui avaient versé 45 millions ne disposaient que de 450.000 voix. Cette situation permit à un groupe en 1929, d'obtenir le contrôle de la société en achetant le paquet d'actions à vote plural.

Digitized by Google

Le conseil s'assure la majorité par les actions à vote plural qui lui reviennent à 2 millions. Les actions ordinaires ne lui sont plus utiles il peut les vendre et réalise ainsi une différence bénéficiaire de 98 millions.

La création d'actions à vote privilégié seule peut permettre une opération aussi avantageuse pour un conseil d'administration: souvent pour obtenir l'acceptation d'une combinaison semblable ils doivent en faire profiter quelques gros actionnaires. Avec une discrétion prudente et l'indifférence habituelle des petits porteurs qui n'assistent pas aux assemblées générales, une telle opération est réalisée à leur complet détriment.

Tels sont les arguments présentés par les adversaires des actions à vote plural. On doit reconnaître qu'ils sont impressionnants. Et étant donné que les actions à vote plural se multiplient avec une rapidité vraiment surprenante, on se demande si leur succès ne doit pas être attribué au fait qu'elles permettent des opérations fructueuses pour ceux qui savent les utiliser. M. André Hesse, président de la Commission de Législation civile à la Chambre a pu déclarer que « les actions à vote plural constituent un danger et un scandale public, car il résulte de statistiques récentes que les sociétés qui ont appliqué ce système représentent un capital nominal de plus de 26 milliards et une valeur boursière de plus de 100 milliards ».

LA SITUATION ACTUELLE

La grande presse s'est élevée contre la faveur faite par les sociétés à la pratique des actions à vote plural. Plusieurs parlementaires ont déposé des propositions de lois tendant à obtenir les uns la réglementation des achats à vote plural ; d'autres préconisant un moyen plus radical ont demandé leur suppression. Le gouvernement à son tour a dû intervenir et a fait sienne l'opinion des extrémistes.

Il a obtenu le vote d'une disposition dont la teneur est la suivante: « Toute émission d'actions spéciales a droit de vote privilégié, c'est-à-dire d'actions ayant, dans les assemblées des actionnaires un droit de vote supérieur à celui des autres actions, eu égard à la quantite du capital social qu'elles représentent respectivement, est interdite à compter de la promulgation de la présente loi », art. 6 de la loi du 26 avril 1930. *(J. O. du 27 avril 1930).*

La situation légale est actuellement nette : L'émission des actions à vote plural est interdite pour l'avenir sans aucune exception. Les actions émises restent légales: aucune mesure n'en prévoit ni immédiatement ni à échéance la suppression. Les deux solutions sont antithétiques : aussi se dessine une attaque en règle. Il va certainement falloir tout remettre en question.

R. Lenoque

Docteur en Droit.

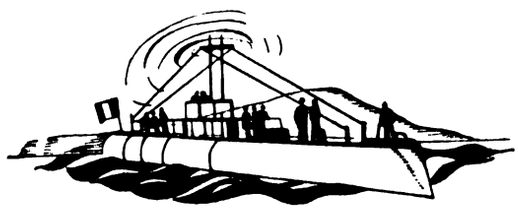
HISTORIQUE

Les actions à vote plural ont fait leur apparition en France, assez timidement, quelques années avant la guerre. Le système était pratiqué en Allemagne, à qui en 1911 la Société centrale des Banques de province l'emprunta pour l'introduire en France. Les dirigeants de cette société étaient gens scrupuleux ; ils allaient apporter dans le domaine juridique des sociétés de commerce une innovation: ils se demandèrent si cette expropriation partielle du droit de vote des actionnaires, rentrait dans le cadre de la légalité. Ils consultèrent sur ce sujet un juriste éminent, M. le professeur Thaller: son avis fut qu'aucune disposition légale ne s'opposait à l'existence d'un privilège en matière de vote.

L'exemple de la Société centrale des Banques de province ne fut pas suivi tout d'abord, malgré la « commodité » certaine de ces actions: cette inégalité établie entre les diverses fractions du capital heurtaient nos conceptions égalitaires. Avant la guerre, les sociétés qui adoptèrent les actions à vote plural furent rares. Il ne s'agissait guère que d entreprises ayant été en proie à des embarras plus ou moins sérieux et qui ne pouvaient obtenir les fonds nécessaires à leur renflouement qu'à la condition d'assurer au groupe qui apportait les capitaux, une influence durable dans la gestion future. Les actions à vote privilégié en offraient le moyen.

En 1920-1921 elles surgirent en quantité appréciable. On ne donnait alors aucun prétexte pour expliquer leur adoption sinon que, avec l'intensité des échanges économiques, avec l'active circulation des actions, les conseils d'administration redoutaient la perte de contrôle de leurs affaires. Puis suivent la baisse du franc; l'avilissement des prix-or des titres français favorisant la mainmise de l'étranger sur les affaires nationales. La création de titres de cette espèce permit d'écarter ce péril. Et l'on constate que c'est vers le milieu de 1928, que la pratique des actions à vote plural fut un développement anormal qui émut les Pouvoirs publics. A cette époque le danger combattu en 1926 avait disparu: le franc était stabilisé et l'ajustement du cours des titres était réalisé. Le but poursuivi était alors d'assurer aux conseils d'administration en exercice, l'obtention d'une majorité définitive aux assemblées générales.

En résumé les actions à vote plural eurent un épanouissement timide : le silence des textes, l'absence de jurisprudence sur la matière, l'ignorance de l'attitude des Pouvoirs publics ont fait réfléchir les administrateurs. Puis des mesures judiciaires favorables étant intervenues, la timidité fit place à l'éclosion au grand jour de ces titres dont la légalité dès lors était certaine.



Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ÉTRANGÈRE

ANGLETERRE

THE AMATEUR WIRELESS.

Une suggestion pour accroître la sélectivité — Par K. V.

Les postes de réception installés dans le voisinage de postes émetteurs à forte puissance sont souvent pratiquement inutilisables lorsque ces derniers émettent ; l'auteur a cherché à palier à cet inconvénient. Il y est arrivé dans une certaine mesure en employant un dispositif différent de ceux employés jusqu'ici.

Son procédé est le suivant : il intercale un condensateur de 0.0003 microfarad entre l'antenne et l'appareil, un second condensateur de même capacité est relié au premier et la prise de terre.

L'auto-Coupleur N° 3.

C'est un appareil facile à construire. Basé sur le même principe que celui des autres postes employant l'auto-couplage. En gros il comprend un détecteur à shunt de grille avec réaction de Reinartz et deux étages d'amplification B. F.

La sélectivité de cet appareil est très grande et permet à celui qui l'emploie de choisir parmi une douzaine de grands postes européens.

Le schéma et le détail des connexions sont donnés dans deux articles.

LE « WAVELETS 2 ».

L'« Amateur Wireless » donne également (dans son numéro du 3 mai 1930) le détail de la construction d'un appareil portatif pour la réception des ondes courtes : le « Wavelets 2 ». C'est également un appareil facile à construire, robuste et d'un maniement simple tout en possédant d'excellentes qualités. Il comprend un détecteur et un seul étage d'amplification B. F.

EXPERIMENTAL WIRELESS AND THE WIRELESS ENGINEIR. — Mai 1930.

Ce journal donne un compte rendu intéressant sur les recherches faites en Angleterre sous la direction du Radio-Research Board sur les appareils pour la détermination de directives. Les expériences faisant l'objet du rapport ont été faites avec 25 cm d'appareil, le système Adcock modifié et le système à cadre et ont porté sur les ondes moyennes (300 à 600 m.) et sur les ondes courtes (12 à 60 m.).

Pour la première catégorie d'ondes le nouveau dispositif Adcock a donné des résultats satisfaisants et très nettement supérieurs au point de vue de l'influence de l'erreur due à la nuit (réflection par la couche d'Heavyside) et au point de vue de la précision pour les ondes descendantes. Pour la seconde catégorie d'ondes un système Adcock tournant était employé.

Les résultats ont été meilleurs avec le système Adcock au point de vue portée bien que les minima soient difficiles à déceler au delà de 500 miles.

Avec des ondes de 24 mètres on a obtenu une portée de 70 miles de jour et 30 miles de nuit (expériences faites en été).

En résumé jusqu'à nouvel ordre il ne peut être envisagé d'employer les ondes courtes pour diriger aux moyennes distances.

TELEVISION. — Vol. 3 N° 27. Mai 1930.

Plusieurs articles sont consacrés dans cette publication à l'expérience faite pendant la nuit du 31 mars au 1er avril 1930 au cours de laquelle ont été diffusées synchroniquement par radiovision et parole. Cette expérience a été faite par le Baird Company. La parole était transmise sur 356 m. la vision sur 261. Les appareils de réception employés étaient des « Bairds Television ». Cette expérience eut un succès complet.

Un long article est consacré à une brochure de Clarence Tierney — Television To Day and to Marrow qui est l'ouvrage le plus complet et le plus clair sur le système Baird de Television qui est le seul actuellement susceptible de donner des résultats pratiques.

Un autre article très documenté fait l'historique de la découverte et de l'emploi des cellules photo-électriques.

Afin de répandre dans le public la télévision des détails sont donnés dans un article pour la construction par les amateurs de postes récepteurs de télévision.

Les émissions nocturnes de télévision de la Baird company ont lieu les mardi et vendredi sur 261 m. de minuit à 12 h. 30. Une station allemande de télévision Witzleben émet sur 418 m. de 9 h. à 9 h. 30 et de 13 h. à 13 h. 30 tous les jours sauf les mardis et jeudis où la séance de la matinée est supprimée

LABORATOIRE NATIONAL DE PHYSIQUE.— *Rapport sur les travaux exécutés en* 1928.

La section Radio a fait exécuter un certain nombre d'expériences sur la direction des ondes, de bons résultats ont été obtenus avec les ondes longues et moyennes, les ondes courtes n'ont pas donné de résultats définitifs, les travaux doivent être continués dans cet ordre d'idée.

Toute une installation nouvelle a été construite pour la mesure des qualités des appareils récepteurs. La description détaillée de l'agencement de la cabine isolée est donnée tout au long.

De nombreux travaux ont été exécutés suivant une méthode nouvelle sur la puissance des condensateurs.

Le laboratoire a établi les plans et a fait construire un appareil de réception pour toutes les longueurs d'onde comprises entre 1.600 et 20.000 mètres. Cet appareil demandé par le service météorologique a été établi après plusieurs recherches. L'appareil se compose de quatre éléments contenus chacun dans une caisse métallique blindée.

a) Le coupleur d'antenne ;

b) l'amplificateur à quatre lampes ;

c) l'oscillateur local ;

d) les amplificateurs selectifs de fréquence audible.

Dans un appendice sont donnés les plans et les aménagements du nouveau laboratoire de haute tension qui fonctionne depuis près d'un an.

Ce laboratoire est équipé avec tous les derniers perfectionnements et permettra de traiter tous les problèmes de haute tension qu'entraine l'utilisation croissante et continue des hauts voltages dans l'équipement électrique du Royaume Uni.

AUTRICHE

« PHILIPPO RADIO REVUE ».

Un article intéressant donnant la description et le schéma d'un appareil récepteur à 10 lampes dans lequel sont réunis côte à côte un récepteur pour ondes longues et un pour ondes courtes. Des artifices de construction permettent de passer d'une réception à l'autre en tournant un commutateur quadruple.

Un autre article traite de l'emploi de la Radio comme auxiliaire des instituteurs dans les écoles de campagne. Réalisé dans certaines contrées d'Angleterre et d'Allemagne ce système donne d'excellents résultats en déchargeant les maitres de village d'une partie du travail de préparation des leçons surtout pour certaines branches de l'enseignement, telles que le chant, la diction, etc.

Cet article contient en dehors de considérations purement pédagogiques un certain nombre d'indications techniques pour l'installation matérielle des postes récepteurs dans les salles de classe.

La mesure des ondes ultra-courtes. — par R. Delovan.

L'auteur indique un procédé de mesure des ondes très courtes à la portée des amateurs. Le principe est basé sur l'emploi d'un système de Lecher couplé avec l'appareil émetteur. On peut déterminer ainsi rigoureusement et matériellement soit les nœuds soit les ventres des oscillations. Les mesures sont d'autant plus rigoureuses que le couplage est plus lâche et que les mesures se font sur les fils le Lecher plus loin de l'appareil émetteur.

Antennes d'émission pour ondes courtes. .. Par Erich Kohout.

L'auteur parlant de l'idée que l'amateur ne disposant que d'une puissance d'émission limitée ne peut se permettre d'installer son antenne qu'avec le maximum de soin et de précision de manière à ne rien perdre de cette puissance.

L'auteur examine un certain nombre d'antennes et en démontre les avantages et les

Digitized by Google

inconvénients des points de vue purement scientifiques, suivant quelques conseils pratiques.

oo

ETATS-UNIS D'AMERIQUE

« JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE. — March. 1930.

Emploi des tubes à vide pour la mesure du voltage et de l'intensité de courants continus très faibles dans les circuits à résistance élevée. — Par W. B. Nottingham.

Dans cet article, un des plus longs et des plus complets qui aient été publiés à ce sujet, l'auteur s'est proposé de définir et de formuler, en suivant un ordre déterminé, la plupart des relations essentielles qui interviennent dans l'établissement des amplificateurs de courant continu.

L'article est divisé en quatre chapitres.

Le chapitre I définit les caractéristiques du courant grille et du courant. L'auteur en tire des considérations qu'il met en équations en prenant pour base de sa démonstration les courants photoélectriques en particulier l'importance du rôle joué par la caractéristique du courant grille dans l'équation qui permet de calculer la sensibilité.

Le chapitre II est entièrement consacré à l'application de la théorie étudiée au chapitre I dans 3 genres de circuits courants:

a) Le circuit à une lampe avec batterie auxiliaire pour supprimer le zéro ;

b) Le circuit « Wheastone Bridge » avec une lampe ;

c) Le circuit « Wheastone Bridge » avec deux lampes.

Après avoir conclu sur les avantages respectifs de ces dispositifs l'auteur étudie les moyens d'y contrôler les indications du galvanomètre. A cet effet, il décrit deux genres de shunt dont l'un est le shunt d'Ayrton, bien connu, et l'autre un shunt « universel spécial » qui a une plus grande sensibilité.

Dans le chapitre 3 la théorie est appliquée à des circuits complets où l'auteur présente et discute mathématiquement la mesure du voltage et de l'intensité de courants cintinus très faibles par la lecture directe des déviations ou par la méthode du zéro. Les avantages et inconvénients de chacune de ces deux méthodes y sont mis en relief.

Le chapitre IV traite de certaines considérations techniques pour la réalisation pratique de sa méthode.

L'auteur conclut en disant qu'en suivant un processus analogue il est loisible de résoudre tous les problèmes d'amplification des courants continus très faibles pour la mesure de leurs caractéristiques.

Oscillateurs étalons pour stations radio.

Le « Bureau of Standards » des Etats-Unis vient d'étudier une série de piezo-oscillateurs à cristaux de quartz qui ont permis d'envisager l'emploi de ceux-ci comme oscillateurs étalons pour stations radio.

Les oscillateurs employés ont été étudiés pendant plusieurs mois dans des conditions variables de température et après avoir subi des transports. Les résultats des mesures nombreuses ont établi une constance dans la fréquence moyenne telle que l'on peut les considérer comme des invariants absolus.

Le *Journal of Franklin Institute* publiera ultérieurement les détails de construction d'un de ces oscillateurs, le 200-I.

La T. S. F. auxiliaire de l'avion pour l'atterrissage par visibilité nulle.

Le « Bureau of Standards » des Etats-Unis a entrepris depuis un an des recherches qui ont pour but de faciliter l'atterrissage des avions sur un aérodrome lorsque le sol est invisible. Le principe de la méthode est de pouvoir indiquer au pilote sa position dans l'espace à chaque instant par rapport aux trois dimensions, l'origine des coordonnées étant au point d'atterrissage convenable.

Les recherches sont orientées dans la voie de l'emploi d'appareils déjà utilisés pour diriger les avions d'un aéroport à l'autre et d'un régulateur d'atterrissage qui permettrait au pilote en maintenant son appareil dans des conditions de vol telles qu'un index placé à bord reste dans une position constante de suivre une ligne de vol qui l'amenerait progressivement au sol suivant un profil donné et connu à l'avance.

Les expériences faites permettent d'espérer d'ici quelque temps des résultats concluants.

« RADIO CRAFT ». — Mai 1930.

Une révolution dans la réception des ondes courtes.

Tel est le titre d'un long article décrivant en détails un nouvel appareil de réception des ondes courtes. Cet appareil dû à la collaboration de W. H. Hoffmann et de D. A. Mixe est basé sur l'assemblage de l'inductance variable et de condensateur. Il permet, au dire de l'auteur, de recevoir toutes les longueurs d'ondes comprises entre 16 et 200 mètres sans changer de selfs.

L'ensemble de l'appareil décrit est un heureux mélanges de dispositifs réalisés à ce jour et d'un emploi courant dans les récepteurs pour ondes courtes.

La réception à bord des automobiles.

L'équipement des automobiles avec appareils de réception se développe aux Etats-Unis. Dès maintenant, un certain nombre de firmes livrent leurs voitures avec un équipement complet pour la réception à bord « Radio Craft » donne comme modèle du genre l'équipement réalisé par la Bosch Motor Car Corporation qui donne des résultats comparables à ceux que l'on obtient avec les postes d'appartement.

La suspension y est particulièrement soignée, en outre, il possède deux accesoires nouveaux qui marquent un gros progrès dans la technique de la réception à bord.

a) « L'earth capacitor » qui sert d'antenne et est constitué par une plaque isolée du châssis qui pend entre celui-ci et le sol.

b) un conducteur spécial qui relie l'earth capacitor à l'appareil de réception.

La faveur de la réception à bord des autos est telle que les autorités de certains états ont déjà pris des mesures restrictives quant à son emploi en marche en vue de faire disparaitre dès sa naissance une nouvelle source d'accidents.

Liste de postes émetteurs.

« Radio Craft » publie également une liste de plus de 200 postes émetteurs à ondes courtes répartis dans toutes les régions du globe en indiquant pour chacun d'eux l'indicatif, la longueur d'onde, la puissance et pour certains les jours et heures d'émission.

oo

ESPAGNE

« E. A. R. » Madrid. — Année IV, n° 55 Novembre 1929.

Organe officiel de l'Association «E.A.R.»

Dans la rubrique « *Les amateurs Espagnols* », description complète par le concessionnaire de la station émettrice sur ondes courtes QRP EAR 117 appartenant à Sr D. Luis de la Tapia.

Emetteur Split Coil deux lampes réception BF et 192 volts plaque par accumulateurs. QRO dernièrement par l'adjonction de deux tubes semblables en parallèle. Modulation grille sans amplification préalable. Parmi les nombreux DX fone de EAR 117 à citer: RRH de HEREDIA (Costa Rica) et W 9 FYW Missouri.

Récepteur Reinartz Bourne 1 D. B. F.

Dans les « Emetteurs Etrangers », description de la station SP. 3Y4 appartenant à la jeune « YL » Polonaise. Mlle Blanchard de Poznan. Mesny deux lampes T. B. 04/10 sous 220 volts DC. La puissance vient d'être élevée à 20 watts (360 volts) avec facilité pour travailler avec 2, 10 ou 20 watts.

IBÉRICA. Barcelone. — Année XVI, n° 807. 21 décembre 1929.

Le premier Congrès Espagnol des amateurs émetteurs. — Les conférences de MM. D. Blas Cabrera et René Mesny.

Compte rendu complet des « Journées de l'Onde courte » des 15, 16 et 17 novembre derniers. Succédant à Sr. D. Cabrera, M. R. Mesny fit une conférence très applaudie sur « Les études récentes effectuées dans la propagation des ondes courtes » dans laquelle il expose les résultats obtenus par M le cap. Bureau, chef du Service des Transmissions à l'O. N. M., au cours des émissions régulières des postes du mont Valérien, de Bordeaux, Casablanca, Alger, etc., à heures et jours fixes suivant différentes λ. On peut ainsi établir des cartes de prorogation » sur lesquelles sont représentées par rapport à un point donné — position de l'émetteur — des zones de silence et des lignes d'intensité.

Le conférencier commenta ensuite quelques clichés projetés, choisis dans une collection importante comprenant plus de 700 exemplaires. M. R. Mesny parla successivement, mais avec la plus grande clarté, des perturbations dues à la troposphère, aux « fronts thermiques », aux « anneaux de silence » (parfois rompus et en forme de faux), révélant dans la haute atmosphère l'existence de plusieurs états d'ionisation. Enfin, il termina en montrant l'importance des ondes courtes comme moyen d'investigation pour l'étude des couches atmosphériques et de l'utilité qu'elles présentent pour la météorologie et la géodésie.

Digitized by Google

PORTUGAL

« Radio Sciencia » (Lisbonne). — N° 0, janvier 1930.

La 2me Exposition de la Radio en Portugal.

— Cette Exposition, qui eut lieu du 30 novembre au 7 décembre dernier, voit s'affirmer le succès grandissant des récepteurs alimentés entièrement par le secteur urbain.

Les principales firmes étrangères étaient représentées et, entre autres, la Radio Corporation of America (Radiola 44, 46, 66, électrifiés) — Armazens de Chiado — le Fultograph (Sandt A. Casquilho), Société Philips Portug. (appareils 2511, microphone 4.043, haut-parleurs 2.201 et 2007, amplificateurs de 50, 200 et 600 watts), récepteurs Atwater Kent 1930 (représent. Silva Carvalho), récepteurs Baltic 4 lampes électrifié (Radio Victoria), Telefunken (récepteur électrifié, lampes secteur, etc.) Brown, Metal, Gamma, Far, Unic, Manens, représentés par les magasins « Radio Lisboa » etc.

Réalisation de circuits d'alimentation haute tension par le secteur continu ou alternatif.

Toutes indications pour le montage de filtres et redresseurs filtres de H. T., remplaçant les sources d'alimentation chimique, description de « blocs » transformateurs, impédances, condensateurs fixes, résistances fixes et variables, etc.

Le « Chasseur de l'Ether », par A.-C.-M. de Carvalho.

Renseignements complémentaires sur l'excellent 4 lampes dont « R.-S. » a entrepris la diffusion. Cotes de blindages ; étalonnage de nouvelle stations, etc.

Dans un tableau suggestif, « Radio Sciencia » donne les caractéristiques de la distribution électrique dans plus de 150 villes ou agglomérations les plus importantes du Portugal. Nous en extrayons les chiffres ci-dessous :

Distributions en 220 volts alternatifs : 74 villes ou villages ; distributions en 220 volts continu : 32 villes ou villages ; distributions en 110 volts alternatif : 33 villes ou villages ; distributions en 110 volts continu : 12 villes ou villages ; distributions diverses en continu (120 ou 150 volts) : 2 villes ou villages ; distributions diverses en alternatif (115, 120, 125 et 150 volts) : 6 villes ou villages.

Le « Zeta 4 » électrifié (pour secteur continu 22 volts), par G. Romero et R. Kohlmaier.

Accord Oudin — une H. F. par lampe à écran — liaison par self accordée, détectrice à réaction statique et deux étages B. F. par transformateurs.

L'électrification sur le réseau 220 continu est absolument totale, c'est-à-dire que les tensions de plaque, de grille et de filament sont fournies par le secteur sans l'aide d'aucune batterie tampon. Pour éviter l'inconvénient propre à tout circuit comportant des tubes en parallèle alimentés au filament par le continu sans accumulateur « A tampon, les filaments des 4 lampes sont montés en série ; en outre, les circuits H. F. et détection sont soigneusement blindés. Une impédance de 30 henrys pour 200 millis — ce qui, au demeurant, paraît faible — est disposée sur le positif du secteur entre celui-ci et l'appareil. Les deux pôles sont shuntés à la sortie de la self, par 4 M. F.

Le secteur « entre » dans l'appareil par le filament de la deuxième lampe B. F. (B. 405) et, à la sortie de celui-ci, traverse une résistance fixe (shuntée par 2 M. F.) qui fournit, par la chute de potentiel qu'elle provoque, la tension de polarisation de cette même lampe (intensité dans cette résistance : 180 M. A., valeur 100 ohms, voltage aux bornes : 18 volts). De cette résistance le courant rend au filament de la première B. F. (A. 415) qu'il traverse et fournit de la même façon que pour la deuxième B. F., la tension de polarisation (7 volts). Le courant traverse enfin le filament de la détectrice (A 415) et de la H. F. (A. 442). L'intensité absorbée au chauffage par les lampes H. F., détectrice et première B. F. étant plus faible que celle nécessitée par le filament de la dernière B. F., ces trois premières lampes comportent chacune une résistance fixe (57 ohms) en parallèle sur le filament.

On se rend compte de la complexité du montage et des calculs à effectuer. Les différentes résistances dont la valeur est comprise entre 10 et 1.100 ohms sont constituées par du ferronickel 15/100. La consommation horaire totale n'excède pas 40 watts.

Le « Jes », par Jes.

Description d'un récepteur simplifié pour Broadcasting, composé d'une détectrice à réaction Hartley et de deux étages B. F. à transformateurs. Le couplage statique de l'antenne avec le secondaire de réception permet de n'avoir qu'une seule inductance à prise intermédiaire constituant le secondaire et la réaction. Cette self, bobinée à spires jointives en fil 5/10 sur un tube isolant de 50 mm. de diamètre, comprend 80 spires pour l'enroulement grille (accord) et 20 spires pour la réaction (tous deux dans le même sens). Les bobinages étant séparés par un centimètre.

La commande de l'entrée en oscillation est obtenue par un condensateur de 0.3/1.000 environ placé en série entre la prise sur la self et le filament. Le condensateur d'accord est un 0.5/1.000.

Le couplage de l'antenne est effectué une fois pour toutes en torsadant l'un autour de l'autre deux fils souples suivant la méthode classique.

Ce récepteur, très simple, efficace sur antenne pour le Broadcasting sur ondes moyennes, a pour principale caractéristique une très grande simplicité de montage et de réglages ; monté avec du matériel sérieux, il est d'un haut rendement. Il peut être utilisé pour la réception des ondes d'amateur en remplaçant la self secondaire-réaction par une inductance petites ondes et en plaçant en série avec le condensateur d'accord une deuxième capacité fixe de 0.0005 M. F. Le chauffage de la détectrice est déterminé par un rhéostat et celui des deux B. F. au moyen d'ampérites.

« Radio Revista » (Buenos-Ayres). — N° 130, janvier 1930.

Le « Racien » électrifié sur le 220 continu, par J.-A. Duclout.

Cette description est à rapprocher de celle du « Zeta 4 » dont nous rendons compte plus haut et parue un mois avant dans la « *Revista Telegr.* ». La même idée a présidé à l'élaboration des deux circuits, toutefois l'emploi de lampes normales pour le Racien a conduit l'expérimentateur à employer un tube H. F. supplémentaire.

Le Racien comprend une haute fréquence apériodique (résistance), deux H. F. par transformateurs secondaires accordés, une détectrice grille et une seule B. F. par tube à écran. Comme dans le Zeta 4, aucune batterie tampon n'est prévue, et les filaments sont disposés de la façon suivante : les trois H. F. en parallèle forment un groupe ; la détectrice et la B. F. un autre groupe, ces deux groupes étant disposés en série et comportant chacun en parallèle des résistances fixes et variables permettant d'ajuster exactement les tensions. Un voltmètre paraîtrait tout indiqué pour renseigner l'amateur sur le chauffage de chaque lampe.

Le filtre initial, interposé entre le secteur et l'appareil, agissant par conséquent à la fois sur les tensions « A », « B » et « C », comporte une double cellule constituée par des selfs à fer de 7 à 8 henrys, résistance 20 ohms et trois capacités (2, 2 et 8 M. F.). Les selfs sont bobinées sur un circuit magnétique fermé en x de 3,2 cm² elles comprennent 1.700 spires de fil de cuivre émaillé de 45/100.

Cette réalisation, comme du reste toutes celles de Duclout, est correcte au point de vue technique, mais paraît avoir été faite « sur le papier » ; il semble difficile à un amateur d'entreprendre avec des chances de succès le montage d'un circuit aussi compliqué et aussi peu pratique.

Un filtre simple.

Destiné à être placé sur le secteur continu 220 volts, ce filtre comprend une impédance (3.000 ohms environ de résistance) qui peut être remplacée par un primaire de transformateur et deux condensateurs de 2 M. F. Quatre lampes d'éclairage de 15 watts permettent d'obtenir 135, 90 et 45 volts.

Un récepteur universel pour les ondes de 17 à 500 mètres, par L.-A. Mailhe.

Ce récepteur, d'un schéma classique qui revient souvent dans nos analyses (une H. F. à résonance par lampe à écran, une détectrice à réaction et deux B. F. à transformateurs dont la dernière trigrille de puissance) ne possède aucune caractéristique digne d'intérêt. Le circuit d'antenne, totalement apériodique (résistance de 100.000 ohms) permet de régler le poste par la manœuvre des deux capacités variables seulement (accord de résonance et réaction).

Théorie et construction du « Baffle », par James Martin.

L'auteur, amateur nord-américain connu montre l'importance du « baffle » dans un montage de H. P. électrodynamique et donne les indications nécessaires à sa réalisation

L'écran ou « baffle » dans lequel est encastré le diaphragme a pour effet de séparer les deux ondes sonores ou plutôt de présenter à celles-ci un chemin détourné d'une longueur telle que l'équilibre de pression puisse s'effectuer dans un laps de temps suffisant. Cet écran peut être absolument plan ou constitué par deux panneaux en équerre, l'un servant de base (« baffle-belvédaire »). La distance convenable à observer suivant la fréquence est représentée par une ligne imaginaire partant sensiblement du centre du cône, contournant l'écran et revenant frapper le diaphragme ; cette ligne sera d'autant plus longue que la fré-

Digitized by Google

quence à reproduire sera plus basse. L'auteur donne les chiffres ci-dessous.

Fréquence minima à reproduire :	Longueur de la ligne développée : contournant l'écran (plan ou brisé)	
30 périodes	9 pieds	(envir. 270 cm.)
60 —	4 1/2 —	135 —
100 —	2 3/4 —	83 —
200 —	1 1/2 —	45 —
1.000 —	3 1/4 Pgs	8 —

Dans la pratique courante, on peut se contenter d'un mètre. Le développement du baffle pourra être augmenté sans trop d'encombrement si on monte le reproducteur dans une ébénisterie complètement fermée ou ouverte seulement à l'arrière.

Un récepteur pour 1930 : *le montage « Rey »*, par Secundino Rey.

La plupart des récepteurs dernier « cri » américains sont d'un « classicisme » déconcertant, et le « Rey » n'échappe pas à la règle. Les vieilles résistances ressortent du tiroir pour remplacer le secondaire d'accord alors que le rédacteur se croirait déshonoré s'il n'utilisait pas au moins un tube à écran de grille.

« L'électrification » ne paraît pas avoir été particulièrement étudiée; il est si facile d'ajouter quelques tensions de polarisation et de changer le câblage chauffage par un fil torsadé : du reste (comme le film parlant...) l'électrification peut être du 40, 80 ou 100 %.

Quelques dessins donnant des formules originales de réalisation et de groupement d'organes ajoutent un peu d'intérêt à un article publicitaire d'une faible tenue documentaire.

« R. C. A. ». — Radio Publication (Buenos-Ayres). — Vol. VI, N° 2, décembre 1929.

Deuxième numéro de l'organe officiel du Radio-Club Argentin sous sa nouvelle présentation améliorée

La Station LU.I.A., par Sandalio Sosa.

Le chroniqueur habituel des «ondes courtes », dans « R. C. A. », donne une description complète de la nouvelle station LU. I.A. montée par le Radio-Club Argentin. Cette station, mise en service aux débuts de 1929, remplace le circuit provisoire dont le montage avait été assuré par l'auteur, et qui travaillait sous l'indicatif provisoire A.I.

LU.I.A. doit servir de trait d'union entre les nombreux membres du R. C. A., dispersé sur un territoire très étendu ; il diffusera des conférences, cours de télégraphie et assurera même sur ondes courtes des retransmissions du Broadcasting L.S.I. La puissance prévue est de 100 watts antenne et le circuit comprend :

a) Un master oscillator et les différents étages d'amplification, modulation et filtres.

b) Une alimentation H. T., transformateurs, redressement et filtrage du triphasé;

c) Un tableau des commandes et contrôles.

d) Un tableau de charge des batteries, interrupteurs, redresseurs, etc.

Les deux premiers circuits sont montés sur bakélite dans des bâtis métalliques entourés de grillages. L'émetteur proprement dit comprend trois montages séparés ;

a) L'amplificateur de puissance ;

b) L'oscillateur et l'amplificateur intermédiaire (blindés) ;

c) La partie modulation et filtres.

Un récepteur pour ondes courtes, par R. Wm. Tanner.

Récepteur Hartley, accord Bourne, d'une réalisation remarquablement simple et d'un encombrement réduit. Schéma identique à celui d'un émetteur comportant seulement, pour la commande de l'entrée en oscillations, un condensateur d'arrêt variable.

Réalisé spécialement pour la réception des ondes d'amateurs, le Hartley décrit comporte cinq selfs grille-plaque interchangeables de 4, 6, 16, 30 et 50 spires pour les bandes de 10, 20, 40, 80 et 160 mètres. Ces inductances, bobinées sur des culots de lampe, ont un diamètre très faible (pertes par rayonnement réduites).

Un condensateur d'accord (monté entre grille et plaque) d'une valeur très faible — 0.75/10.000 — permet d'obtenir des réglages précis sur chaque bande avec la bobine correspondante. Les condensateurs d'accord et de réaction sont fixés en retrait dans l'ébénisterie et commandés par l'intermédiaire de manches isolants solidaires de démultiplicateurs. Les selfs à quatre prises se fixent sur un support de lampe à faibles capacités.

La résistance de l'antenne.

L'auteur indique un procédé très simple permettant aux amateurs de déterminer rapidement la résistance d'une antenne sur une λ donnée. L'énergie traversant un circuit, étant égale au produit du carré de l'intensité en ampères par la résistance en ohms, si la résistance était constante pour toutes les λ, la valeur du courant antenne fixerait l'amateur sur le rendement du circuit émetteur utilisé, en outre, toutes comparaisons deviendraient possibles. Mais la résistance de l'antenne variant d'une façon arbitraire, il est impossible d'avoir une idée de la radiation d'après l'intensité relevée dans le thermique.

Par exemple, pour un émetteur accordé sur 50 mètres, on obtient un courant antenne de 0.5 amp., la résistance de l'aérien pour λ : 50 étant dans ce cas de 11.5 ohms, l'énergie radiée sera de :

$$0{,}5^2 \times 11{,}5 = 2{,}87 \text{ watts.}$$

soit 2,87 watts d'énergie haute fréquence.

Mais si l'expérimentateur règle son émetteur sur 60 mètres, par exemple, et si son antenne présente pour cette λ une résistance de 4,5 ohms, pour une intensité relevée de 0.5 ampère comme dans le cas précédent, l'énergie sera seulement de :

$$0{,}5^2 \times 4.5 = 1{,}12 \text{ watts}$$

L'énergie antenne a été diminuée de moitié, bien que l'intensité antenne soit restée la même. Des réglages corrects peuvent, dans ce cas, améliorer le rendement.

Il est facile de mesurer la résistance de l'antenne : trois mètres de fil résistant et un interrupteur unipolaire suffisent pour cela. Après avoir couplé faiblement au système oscillant de l'émetteur une self reliée d'une part à l'antenne, on dispose à la base de cette self un fil résistant de un à trois mètres sous forme d'un rhéostat. Un curseur appuyant sur les spires est relié à la terre, et la partie de la résistance comprise entre le curseur et la self peut être à volonté court circuitée par l'interrupteur, — ce qui revient à court-circuiter la résistance introduite entre la self d'antenne et la terre et on règle l'émetteur sur une onde quelconque mesurée à l'ondemètre, jusqu'à obtenir un maximum de courant antenne. On ouvre alors l'interrupteur de la résistance et on déplace le curseur jusqu'à faire tomber la moitié le courant indiqué par le thermique.

Puisque le courant dans l'antenne varie proportionnellement à la résistance, il est évident que lorsque l'intensité a diminué de moitié, la résistance de l'aérien a été doublée, il est alors facile de mesurer la valeur en ohms de la partie résistante en circuit et d'en déduire celle de l'antenne. On opérera de la même façon pour différentes longueurs d'onde, ce qui permettra d'établir une courbe servant à déterminer à n'importe quel moment l'énergie envoyée dans l'antenne.

Projets d'un récepteur: le « Vreeland 4 » par E.-L. Repetto.

L'auteur, en donnant à son article la forme d'une suite de « projets », sait lui conserver la netteté et la clarté qui caractérisent habituellement la description d'un circuit étudié dans ses moindres détails. La qualité principale d'un récepteur moderne étant la sélectivité, l'auteur n'oublie pas de considérer parallèlement la pureté de reproduction, car il est impossible d'augmenter notablement la première sans affecter la seconde. Le fait d'obtenir une sélectivité poussée conduit fatalement à une distorsion, il sera donc important de trouver le compromis exact, la combinaison convenable, qui donneront le plus de satisfaction à l'amateur. La sensibilité ne devra pas être inférieure à un certain minimum, sans toutefois atteindre une valeur exagérée.

Les qualités accessoires du récepteur de demain, recherchées depuis longtemps, résident dans la simplification des réglages, la réduction du nombre de commandes à un minimum (une seule si possible), la rapidité de montage et, en dernier lieu, le prix de revient aussi bas que possible, sans oublier que « chaque franc dépensé au delà d'un chiffre fixé augmente les qualités du circuit... » L'essentiel est de savoir déterminer le point de perfection qu'il est possible d'obtenir pour une somme donnée au-dessus de laquelle tout frais supplémentaire n'est pas réellement nécessaire.

L'auteur s'élève contre l'exagération de certains techniciens qui n'hésitent pas à pousser la sélectivité des étages M. F., il en résulte une véritable « mutilation » des bandes latérales de modulation et la suppression des fréquences comprises entre 3.000 et 5.000 périodes.

ITALIE

« Radio Técnica » (Rome). — Année II, N° 7.

L'état actuel de la Télévision, par le Dr Luigi Rosa.

Dans un exposé bien documenté et très clair, l'auteur sait donner une idée exacte du degré de perfectionnement auquel est arrivée à l'heure actuelle la télévision. Après avoir indiqué les différents procédés utilisés en Amérique, il accorde un chapitre spécial au système Mihaly, ayant pour principale caractéristique, l'emploi d'un moteur synchrone à vitesse invariable branché sur le même secteur que celui alimentant le système émetteur.

Le récepteur Jenkins, dans lequel l'image se forme sur un miroir incliné de 45°, mais

Digitized by Google

vue par l'intermédiaire d'un dispositif agrandisseur optique, jouit d'une grande vogue en Amérique où il est fort en honneur. Le Jenkins se différencie des autres appareils par l'emploi d'un tambour rotatif comportant des rayons intérieurs disposés en hélice, et non d'un disque troué. Le tube au néon renferme 4 groupes d'électrodes distincts. A l'émission, « l'examen » de l'image est effectué au travers d'un disque troué suivant une certaine spirale comme avec les systèmes habituels. Le disque effectue 900 révolutions complètes à la minute.

Un appareil complet, par Ugo Guerra.

Ce circuit, absolument complet, est forcément d'une réalisation très délicate et coûteuse. Toutefois, les différentes parties qui le composent ont été étudiées dans leurs moindres détails et montées en vue de donner un rendement aussi bon que possible. La réalisation dont on peut se faire une idée par les photographies accompagnant l'article est en tout point remarquable. L'ensemble comprend un récepteur radiotéléphonique, un amplificateur phonographique, un récepteur d'images et un haut-parleur électrodynamique, le tout entièrement alimenté par le secteur alternatif.

« Radio-Lux » (Milan). — Année III, N° 12, 25 décembre 1929.

Un récepteur portatif pour rallyes, par G.-B. Angeletti.

Ce trois lampes décrit dans ses moindres détails par un technicien de valeur est prévu pour fonctionner sur une antenne de très courte longueur. Il se compose d'une haute fréquence par lampe à écran, circuit d'accord totalement apériodique, d'une détectrice à réaction commandée par capacité et d'une trigrille B. F. de puissance. Liaison par self accordée (monoréglage).

Une particularité très intéressante du montage est à signaler : la self de résonance et celle de réaction sont bobinées sous la forme toroïdale et constituent un ensemble interchangeable ne présentant aucune perte en H. F. L'ensemble du montage est contenu dans un coffret de dimensions réduites, dans lequel des logements ont été ménagés pour les sources de courant et le casque.

« Radio Rivista di Radiofonia e Radio Telegrafia » (Rome). — Année XI, N° 11, novembre 1929.

Un superhétérodyne à 4 lampes, par E. Ulrich.

Le superhétérodyne à nombre de lampes réduit, utilisant les tubes modernes à haut rendement commence, en Italie aussi, à concurrencer les montages américains à plusieurs H. F. Le schéma décrit par l'auteur se compose d'une lampe bigrille, d'une seule M. F. par tube à écran, d'une détectrice par la caractéristique grille et d'une trigrille de puissance, la tension prévue n'est que de 120 volts pour la plus élevée (écrans 60, bigrille 40).

Le filtre et le transformateur préconisés, du type Ultradyne modifié, comportent 800 spires au primaire et 1.600 au secondaire. Le couplage des bobinages P et S est plus faible pour le filtre que pour le transformateur.

Appareil à deux lampes bigrilles, par le lieutenant-colonel Ed. Telmon.

Une détectrice et une B. F. par lampes bigrilles montées en réductrices de tension-plaque (20 volts).

« Il Radio Giornale » (Milan). — Année VII, N° 11, novembre 1929.

La première «Auto-Radio-Mobilisation». — Réglementation complète d'une épreuve propre à stimuler à la fois et l'ardeur patriotique des amateurs et leurs goûts et tendances pour la radio et l'excursion. Cette première « mobilisation » — toute pacifique du reste — eut lieu le 7 décembre 1929 (la VIIIme année du Régime) et obtint le plus grand succès : fort nombreux furent les amateurs qui étudièrent, essayèrent et utilisèrent des circuits nouveaux adaptés à des collecteurs d'ondes forcément peu développés : cadres ou petites antennes.

Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 37 — Mai 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcastin Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P.T.T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

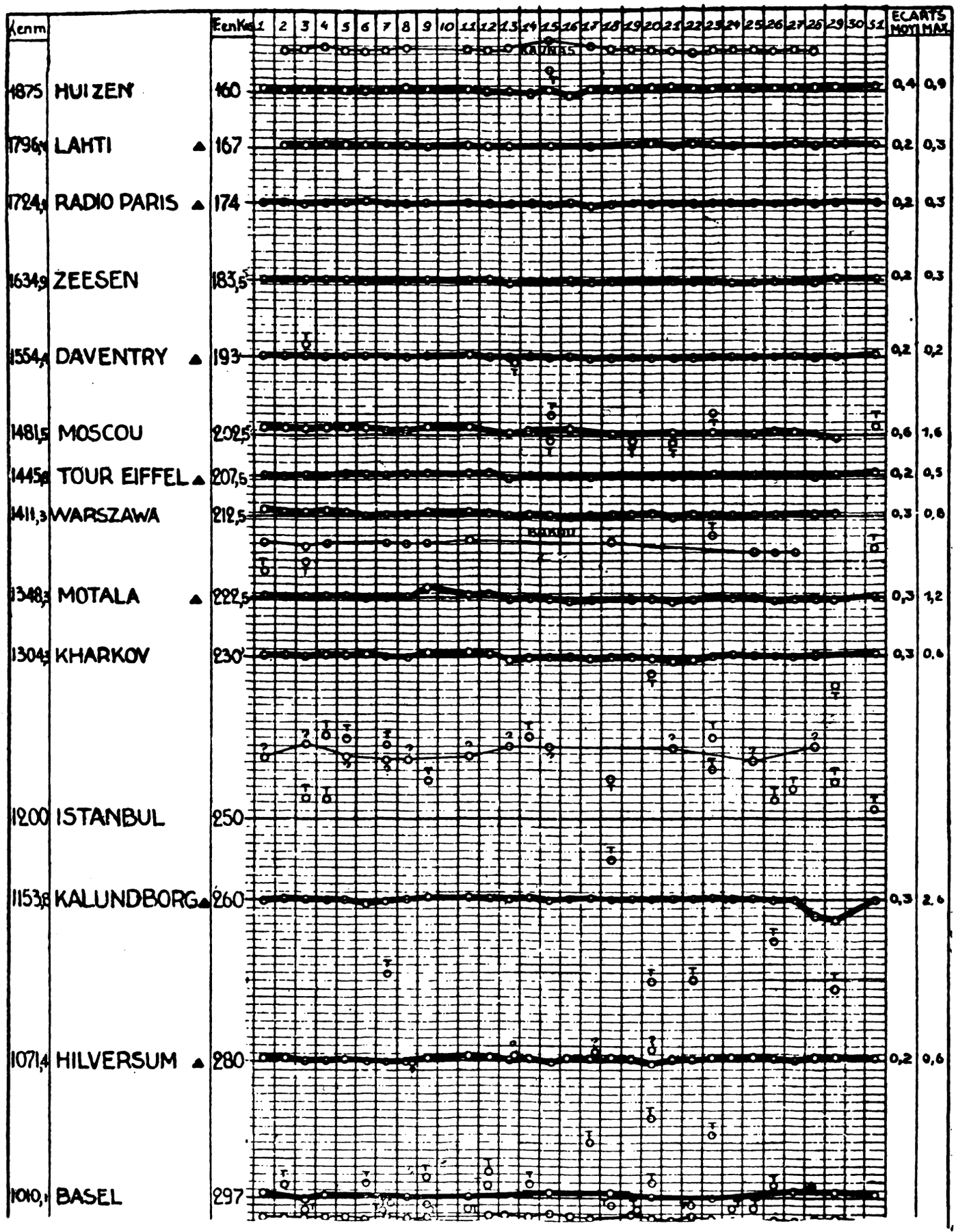
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 Juin 1930.

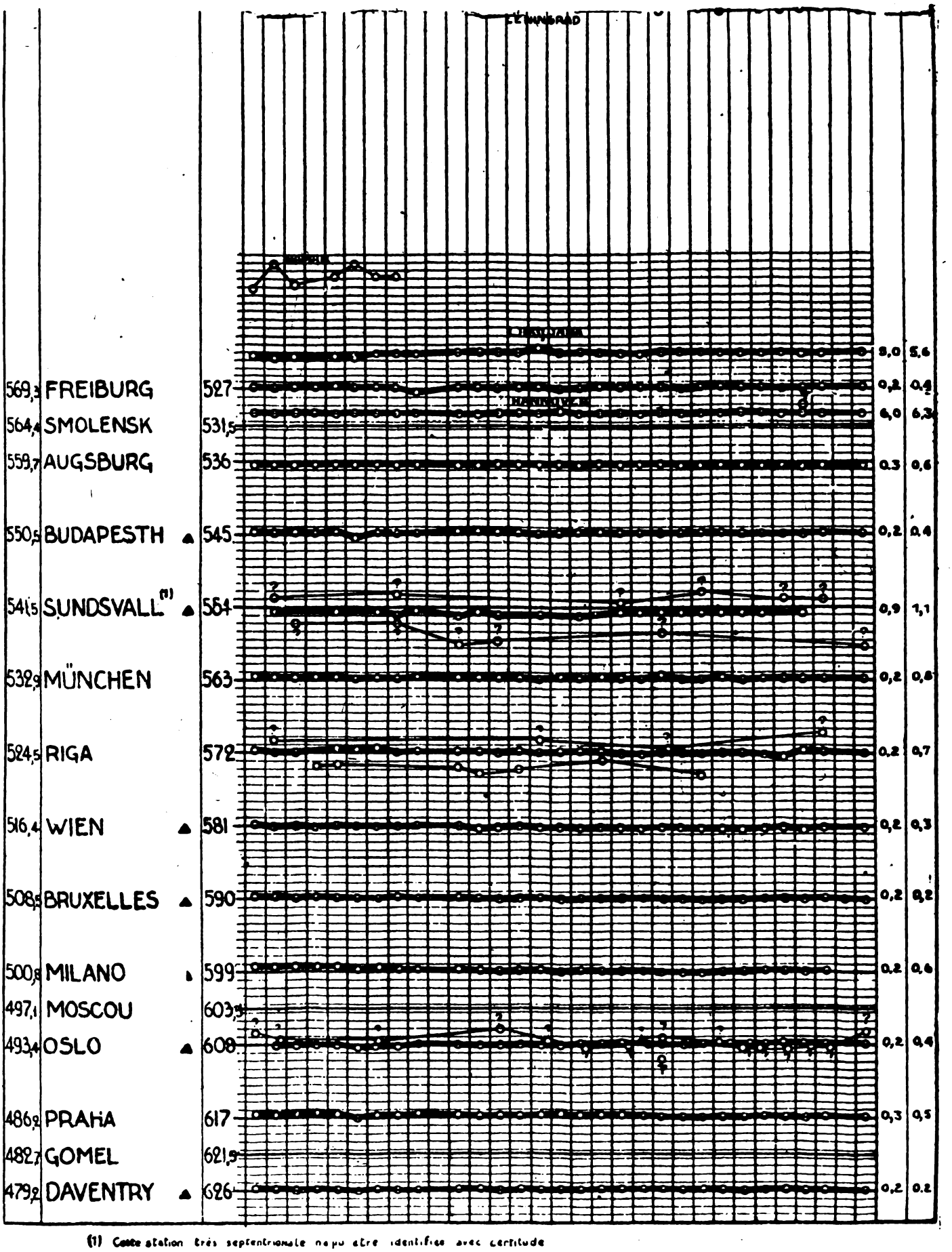
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

Digitized by Google

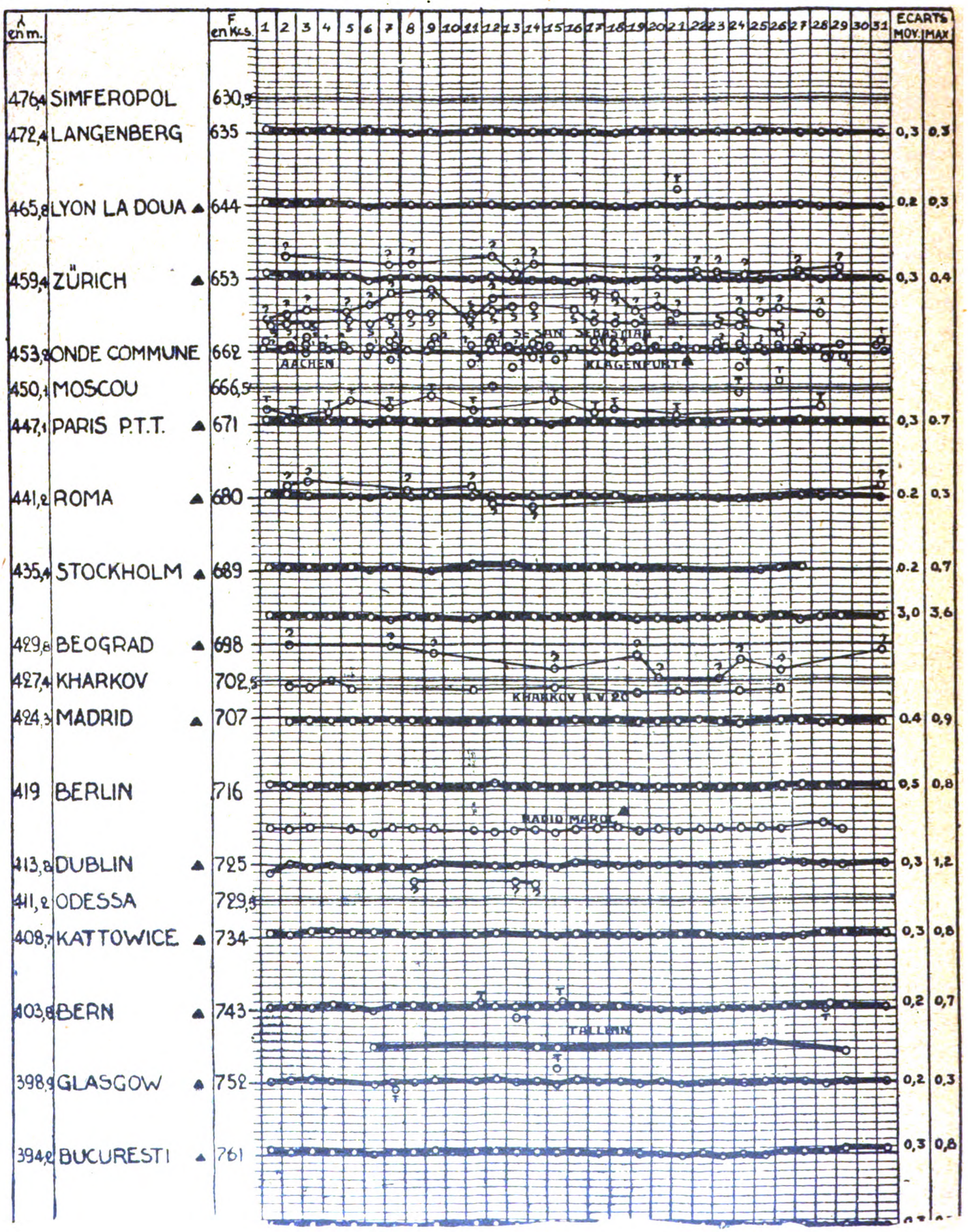


Digitized by Google

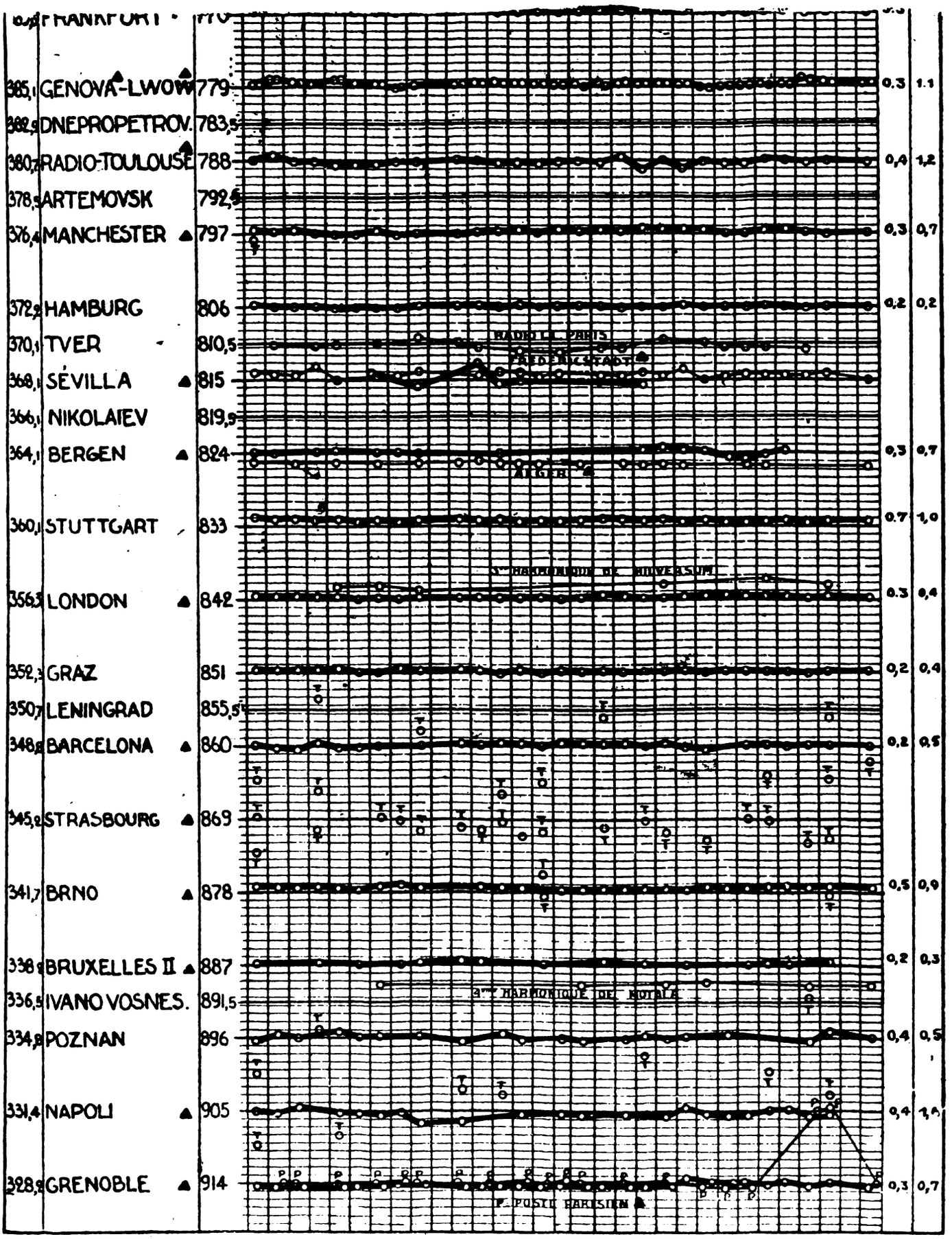


(1) Cette station très septentrionale n'a pu être identifiée avec certitude

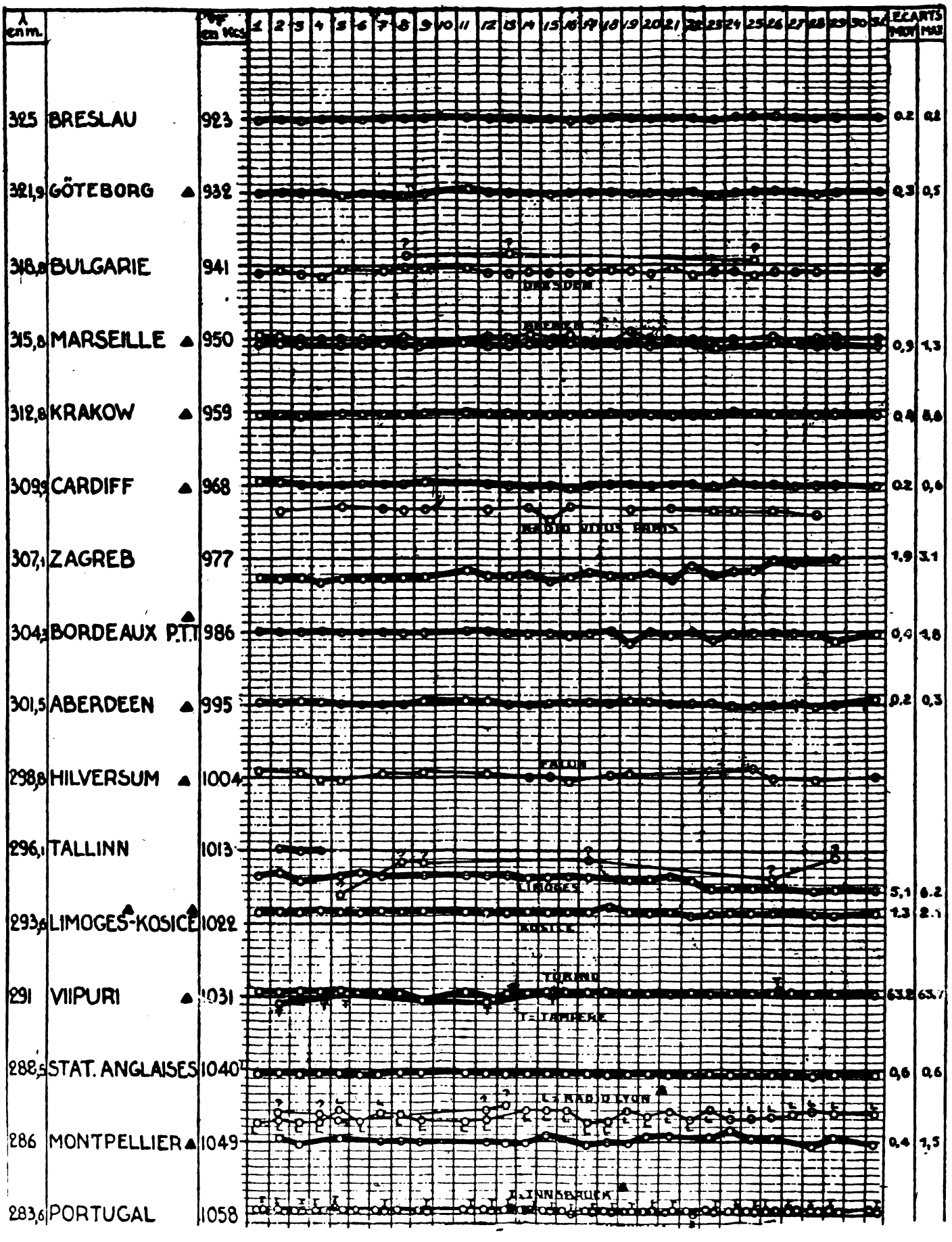
Digitized by Google



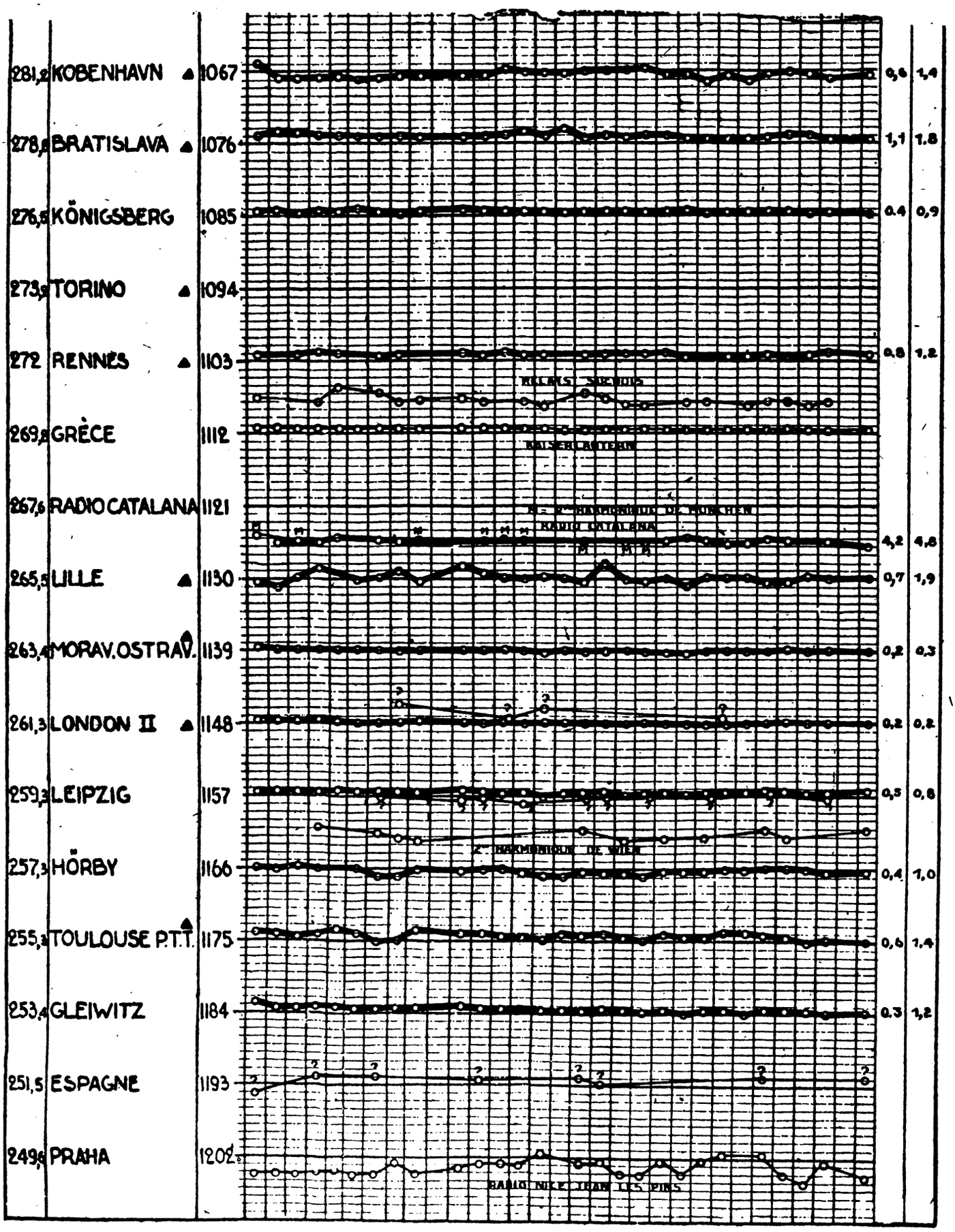
Digitized by Google



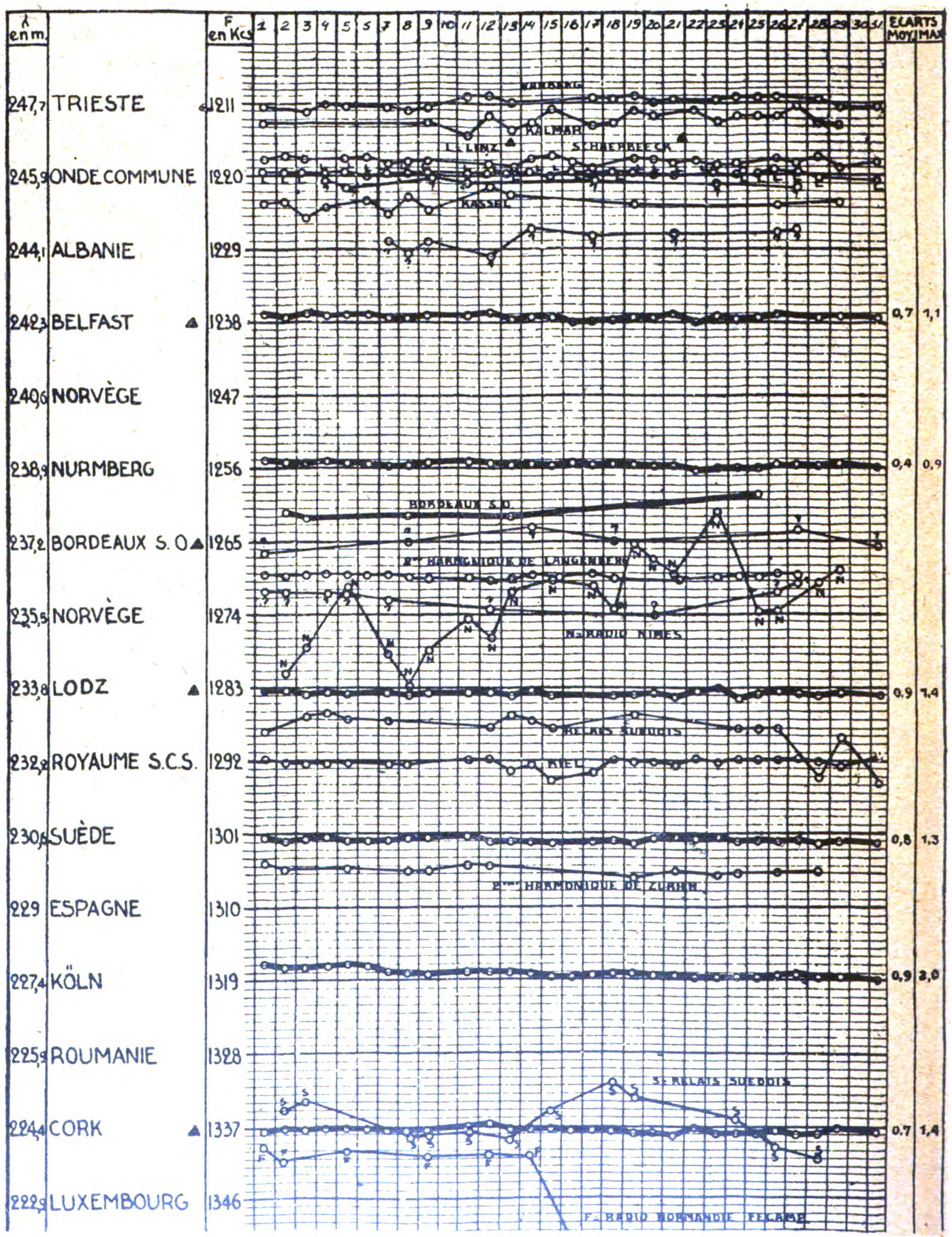
Digitized by Google



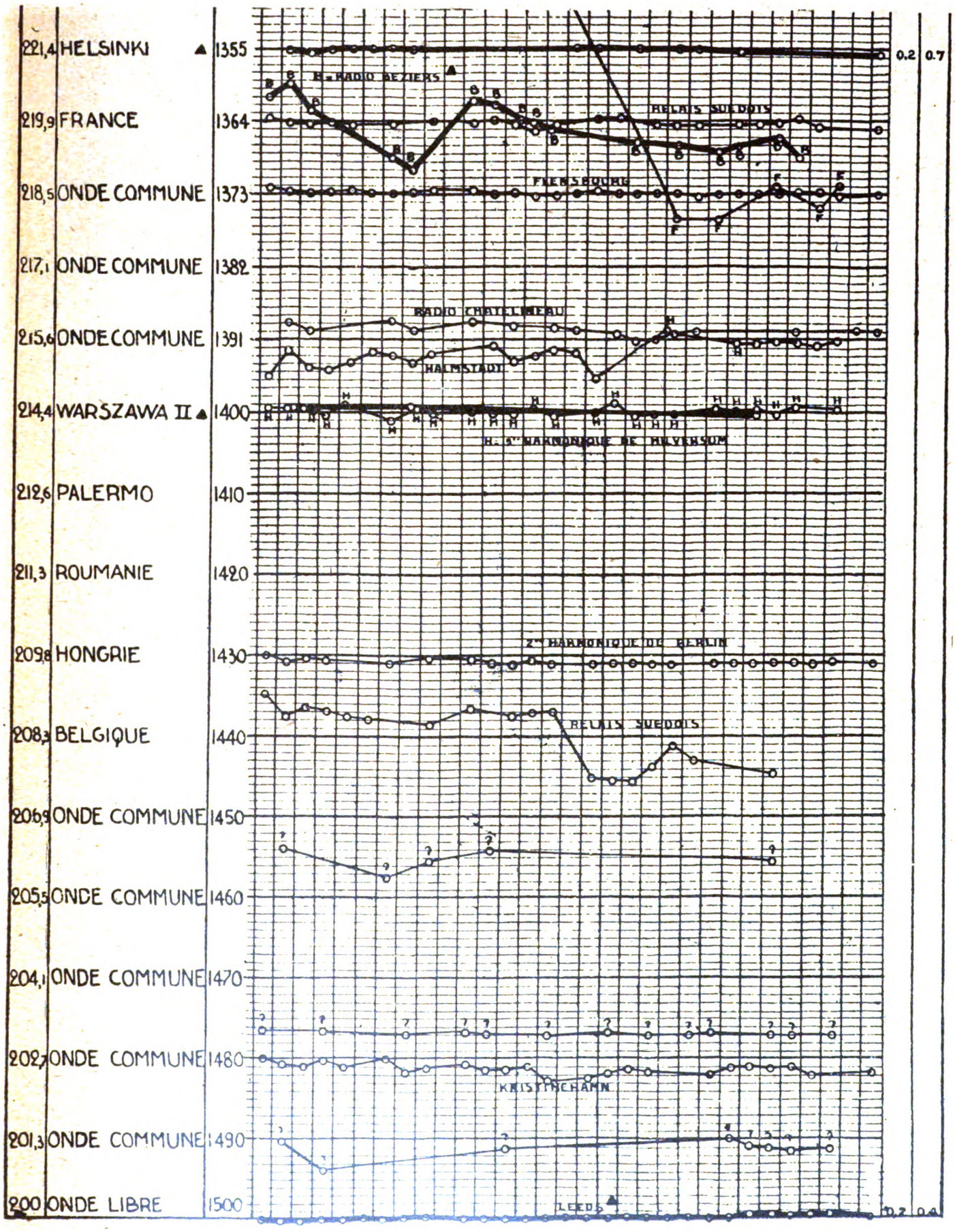
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

SINFONIA

La jeune maison du DISQUES ET PHONOS, du quartier de l'Étoile, qui s'est rapidement classée en tête du mouvement musico-mécanique, vient de se voir confier pour la France et ses Colonies l'agence exclusive du . . .

MATÉRIEL de RADIO **FERRANTI** Ltd de LONDRES

Il n'est pas nécessaire de faire l'éloge de ses fameux

Transformateurs AF3, AF4, AF5

qui passent aux yeux des plus habiles techniciens pour les meilleurs à l'heure actuelle sur le marché mondial

VENTE AU DÉTAIL, DEMI-GROS ET GROS, CHEZ

SINFONIA, 144, Avenue des Champs-Élysées, PARIS

Téléphone : ÉLYSÉES 53-60

FABER

ING. CONSEIL E.C.P.

11 bis RUE BLANCHE

PARIS (9e)

TRINITE 22-74

BREVETS D'INVENTION

MARQUES MODELES TOUS PAYS

CONSULTATIONS GRATUITES

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

Type Grande Puissance pour Cinés - Fêtes Forraines - Dancing

Agence Générale France et Colonies :

Raymond FERRY

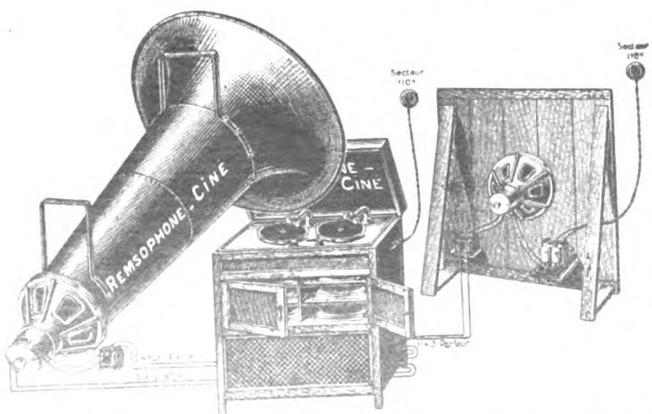
59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (Xe) Téléphone : Nord 60-56

FOIRE DE PARIS

Stand 3.030

HALL DE L'ÉLECTRICITÉ



Installation sonore avec dynamique GÉANT HÉGRA à partir de 8.200 frs.

L'installation parlante et sonore

REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opérama, 30, Boulevard Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

Digitized by Google

AOUT 1930 N° 77

Eng'ng

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

THE LIBRARY OF THE
AUG 14 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

SOMMAIRE

Pour tous 1

A travers le royaume des ondes: la T. S. F. en Amérique... et ailleurs (Alex SURCHAMP) .. 3

Au sujet de certaines théories modernes (Général CARTIER) 8

La diathermie (Docteur Paul COLOMBIER, *médecin-radiologiste de l'Hôtel-Dieu*) 11

Les moteurs électriques (Jean BARRÉ) 16

Les mesures de perméabilité (J. GRANIER, *ingénieur E. S. E.*) 21

La détection par caractéristique plaque (Note complémentaire, A. TAILLIEZ) 25

Les cathodes thoriées (J. RICQ, *ingénieur E.C. P. I. et E. S. E.*) 28

L'amplification microphonique dans les émissions d'amateurs (J. SAR) 30

Les haut-parleurs (P. BLANC, *ancien élève de l'Ecole Polytechnique*) 33

La [illegible]onie automatique expliquée (R. TABARD) 39

Le froid: applications au lait et aux industries du lait (A. MICHEL, *ingénieur-frigoriste*) .. 48

L'équipement de T. S. F. à bord des avions (Gilbert ETIENNE) 51

Principes de l'éclairage (PAGÈS) 55

L'automobile et l'électricité (E. PEPINSTER) .. 60

Considérations financières et économiques sur l'industrie électrique en France (R. LEROQUE, *docteur en droit*) 61

Cours du cuivre. — Graphique récapitulatif pour 1929 et 1930 64

A travers la presse étrangère 65

Grande exposition allemande de T. S. F., Berlin 1930 67

Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission..... 68

Prix : 6 francs

Digitized by Google

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par

L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** *c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.*

***L'Antenne* est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs**

L'ANTENNE contient les programmes de toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 FR.

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2e)

LA DEUXIÈME ÉDITION DE

Pratique et Théorie de la T.S.F.

par Paul BERCHÉ

est en cours d'impression. Elle contiendra outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, à l'heure actuelle complétement épuisée, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES ◆ 703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2e

Digitized by Google

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. 70 fr. par an	*53, rue Réaumur, PARIS (2e)*	Richelieu. 88-27
Etranger. . . . . 100 fr. par an		Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

POUR TOUS...

Les visites d'établissements industriels forment bien, sans contredit, un des plus jolis coups d'œil qu'il soit possible de jeter sur les résultats de la création du cerveau humain. C'est là que la pensée, issue du cerveau, s'en va, se précise, se matérialise, que la matière acquiert ces formes tour à tour nettes et tourmentées, passe par toutes les couleurs, toutes les températures avant de sortir façonnée telle que l'aura voulu le cerveau.

Mais la base de l'industrie est l'économie; la machine règne là en maîtresse tyrannique. C'est grâce à elle qu'on diminue le prix de revient ce spectre empoisonnant qui, jour et nuit, nous guette. On rencontre, d'ailleurs, un grand nombre d'industries pour lesquelles le maximum semble réalisé, mais il faut reconnaître que l'emploi de l'électricité contribue pour une très large part à l'obtention de ce resultat tant désiré.

Je n'ai pas en vue, en écrivant ces lignes, l'éclairage beaucoup plus rationnel obtenu grâce à elle, permettant d'augmenter et le rendement et les conditions matérielles d'exécution de la tâche.

Mais comment ne pas être frappé à la vue des usines modernes dans lesquelles cette armée de poulies et de courroies occupait une place immense, source d'accidents continuels, créant un bruit et une poussière intolérables, cette armée de

Digitized by Google

poulies, dis-je, est remplacée par quelques câbles propres, discrets, immobiles. Le transport de la force motrice à l'outil même manié par l'ouvrier est ainsi réalisé dans les meilleures conditions possibles et en supprimant à peu près tout interdépendance entre les différents ateliers.

Ce tourneur qui met en œuvre un appareil de deux mètres d'écart est non seulement beaucoup plus libre de ses mouvements mais aussi il a en main un outil combien plus souple! Les variations de vitesse ne sont plus saccadées comme on les obtenait avec des poulies successives de diamètres différents, mais progressives.

Combien aussi, le moteur de laminoir qui entraine sur le parquet fumant un long serpent rouge qui se tord sous l'étreinte peut-il gagner à être électrique ? D'une seule main, la face rougie par le lingot qui s'élance vers les mâchoires, le chef d'atelier conduit son travail avec une aisance qu'on n'aurait jamais atteint autrefois.

Car, ce qui fait la force de l'électricité, c'est justement cette aisance mise par elle à se plier à toutes les fantaisies de l'homme.

On peut placer les appareils dehors, sous l'outrage de toutes les intempéries ; rien ne sort de la norme tracée au départ. Toutes les sous stations automatiques en plein air en sont la preuve.

Ceci est particulièrement frappant dans les installations de silos à grains où les hectomètres de transporteurs emportent le grain de l'aspirateur au sac, au wagon. Seul dans un coin, le moteur tourne et son ron-ron régulier se mêle au bruit de la chute du grain.

Mais aussi, si l'électricité est un auxiliaire si précieux de l'industrie c'est à cause des facilités formidables de transformation qu'on peut lui faire subir.

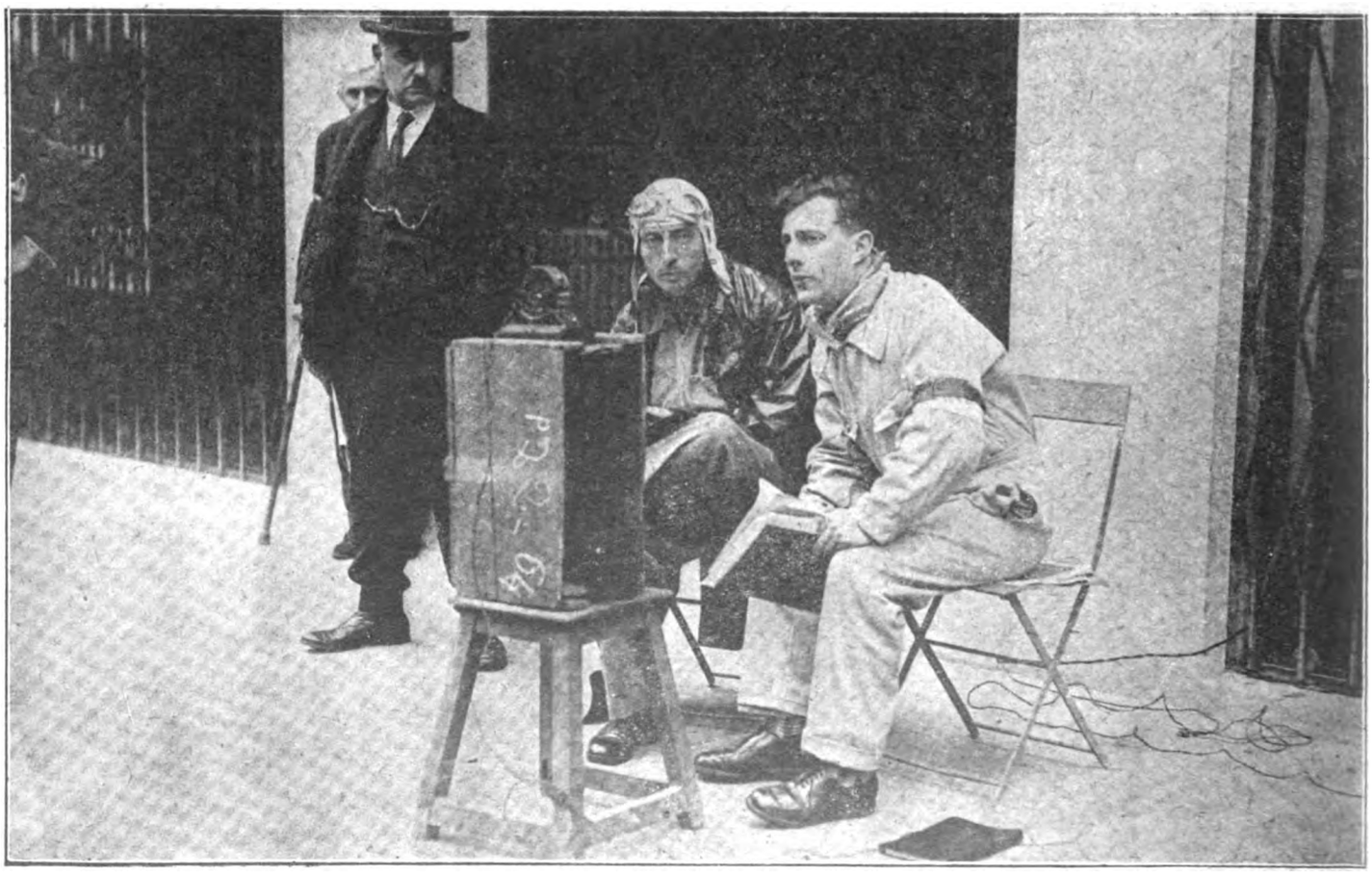
Non seulement on peut la transporter facilement à distance, ce qui n'est pas le cas du gaz, mais aussi elle se plie à toutes les exigeances. Produite dans un instant où on n'a pas l'utilisation immédiate, on peut l'emmagasiner dans une batterie d'accumulateurs. Elle peut produire avec un égal succès de la chaleur ou du froid, faire marcher un souffleur ou un aspirateur, servir à l'éclairage, à la cuisine, etc... On ne peut pas la perdre, il y a trop d'occasions de s'en servir.

Mieux encore, au sujet de sa production, elle n'exige point de conditions spéciales. Dispose-t-on de vapeur à haute pression, elle s'accommodera à la turbine; veut-on se servir de moteurs lents, elle naitra encore, mais d'appareils plus gros, moins nerveux. Désire-t-on, dans un but particulier, modifier la nature du courant dont on dispose ? Commutatrices, redresseurs, groupes convertisseurs s'offrent à l'envie pour satisfaire le demandeur.

Quand on aura ajouté à cela tous les menus services qu'elle est apte à rendre...

Mais excusez-moi, à quoi ai-je pensé en écrivant cet article pour des lecteurs aussi fervents admirateurs de cette fée moderne...!

Août 1930.



MM. Viret et Antoine qui vont radiodiffuser le Tour de France pendant toute sa durée,

Digitized by Google

A travers le royaume des ondes

LA T. S. F. EN AMÉRIQUE

par Álex SURCHAMP

o o o o o o

CANADA

PEUT-ETRE parce qu'il subit l'influence des Etats-Unis, où la radio ne réalise pas en fin de compte un bien grand idéal, le Canada n'a pas eu jusqu'à maintenant une organisation radiophonique atteignant le degré de perfection qu'elle atteint dans beaucoup d autres pays. Le Gouvernement — jusqu'à ces derniers temps du moins — s'en est désintéressé et la radiodiffusion a été presque entièrement laissée aux mains des particuliers, hormis deux stations exploitées par le Gouvernement dans l'Etat de Manitoba et destinées surtout aux communications radiotéléphoniques avec l'étranger.

Certes, les stations sont nombreuses : on en compte une cinquantaine, dont 15 appartiennent à des agences de presse ou à des journaux, 13 à des sociétés privées, 12 à des compagnies de chemin de fer, 3 à des instituts d'enseignement, 2 à des églises et les autres à différentes entreprises. Mais la plupart de ces émetteurs n'ont qu'une puissance inférieure à 1 kilowatt, de sorte que leur portée restreinte oblige les auditeurs canadiens à limiter leur écoute à un très petit nombre de stations.

Dans le régime actuel, les postes récepteurs doivent être déclarés : les licences sont délivrées pour un an et sont renouvelables au 1er avril de chaque année. La taxe est unique : un dollar. Le revenu des droits ainsi perçus sert à entretenir le personnel d'inspection qui relève du ministère de la Marine et des Pêcheries à Ottawa et à améliorer l'exploitation de la radio dans le Dominion. Le nombre des appareils taxés est d'environ 300.000.

Devant l'intérêt croissant de la radiodiffusion, le Gouvernement canadien a enfin compris la nécessité d'une organisation et soucieux de n'instituer un régime nouveau qu'après s'être inspiré des résultats obtenus dans les différents pays avec les systèmes en vigueur, il a chargé une commission de donner un avis sur le choix entre les trois régimes suivants :

1° Etablissement par l'Etat d'un ou plusieurs groupes de stations d'émission gérées par des entreprises privées subventionnées par le Gouvernement.

2° Etablissement et exploitation par l Etat.

3° Etablissement de stations d'émission exploitées par les Gouvernements provinciaux.

La Commission présidée par sir John Aird fit d'abord une étude dans les principaux centres du Canada à l'effet de se renseigner sur la situation de la radiodiffusion dans le pays et sur les moyens d'assurer la satisfaction des auditeurs. Elle se rendit ensuite en Europe, et visita la France, l'Angleterre, l'Allemagne, l Autriche et la Suisse afin de se concerter sur les régimes en usage dans ces pays.

Après ce voyage d'études, les recommandations de la Commission furent les suivantes :

1° Confier le broadcasting canadien à une entreprise d'Etat liée à ce dernier selon la formule de la Canadian National Railways, mais entièrement distincte de cette compagnie et dirigée par un conseil de 12 directeurs, dont 3 représentants le Gouvernement fédéral et chacun des 9 autres représentant respectivement une des 9 administrations provinciales.

D'installer d'un bout à l'autre du Canada une chaîne de stations émettrices puissantes qui comprendrait au début 7 postes de 50 kilowatts, assurant de bonnes auditions dans la totalité des territoires habités du Dominion.

3° Reprendre à leurs propriétaires actuels les stations en service aux fins de refonte ou de désaffectation, moyennant une raisonnable compensation.

4° Constituer un fonds d'exportation et d'entretien des stations avec le produit des licences sur les récepteurs et des taxes sur les programmes organisés à des fins de publicité. Suralimenter ce fonds pendant 5 ans avec une subvention annuelle de 1 million de dollars du Gouvernement fédéral.

5° Confier le contrôle des programmes à des comités régionaux qui, par la voix de leurs représentants provinciaux feraient connaître leurs vues au Conseil central.

Ces recommandations présentées aux services techniques du Gouvernement ont reçu leur approbation. Il est probable que le Parlement de son côté, se rangera à l'avis exprimé par la Commission.

Une des raisons primordiales qui engagent le Gouvernement à « nationaliser » ainsi la radiophonie, c'est l'insuffisance des longueurs d'onde disponibles. Le Canada n'a que 6 longueurs d'onde à lui et en partage quelques autres avec les Etats-Unis. Les Etats-Unis ont plus de 600 postes émetteurs et le double de demandes de licences : pour rendre les émissions passables, ils doivent limiter le nombre des stations. Il n'y a donc pas à leur demander de concéder une longueur d'onde de plus au Canada.

D'autre part ne pouvant disposer que d'un nombre très restreint de longueurs d'ondes, le Gouvernement canadien est forcé à une sorte de favoritisme qui soulève beaucoup de récriminations, lorsqu'il s'agit d'accorder les licences d'émission. Enfin quelques incidents récents ont prouvé que la radio était un instrument dangereux pouvant servir à n'importe quelle campagne. Des mesures ont dû être prises contre une association, « l'International Bible Students », qui avait largement usé et abusé de la liberté d'émission pour des campagnes à buts plus ou moins avoués.

Voilà pourquoi le Gouvernement considérant que dans un pays immense mais peu peuplé comme le Canada, la radiophonie doit servir avant tout comme service public, se déciderait à prendre la surveillance de tous les postes d'émission.

Digitized by Google

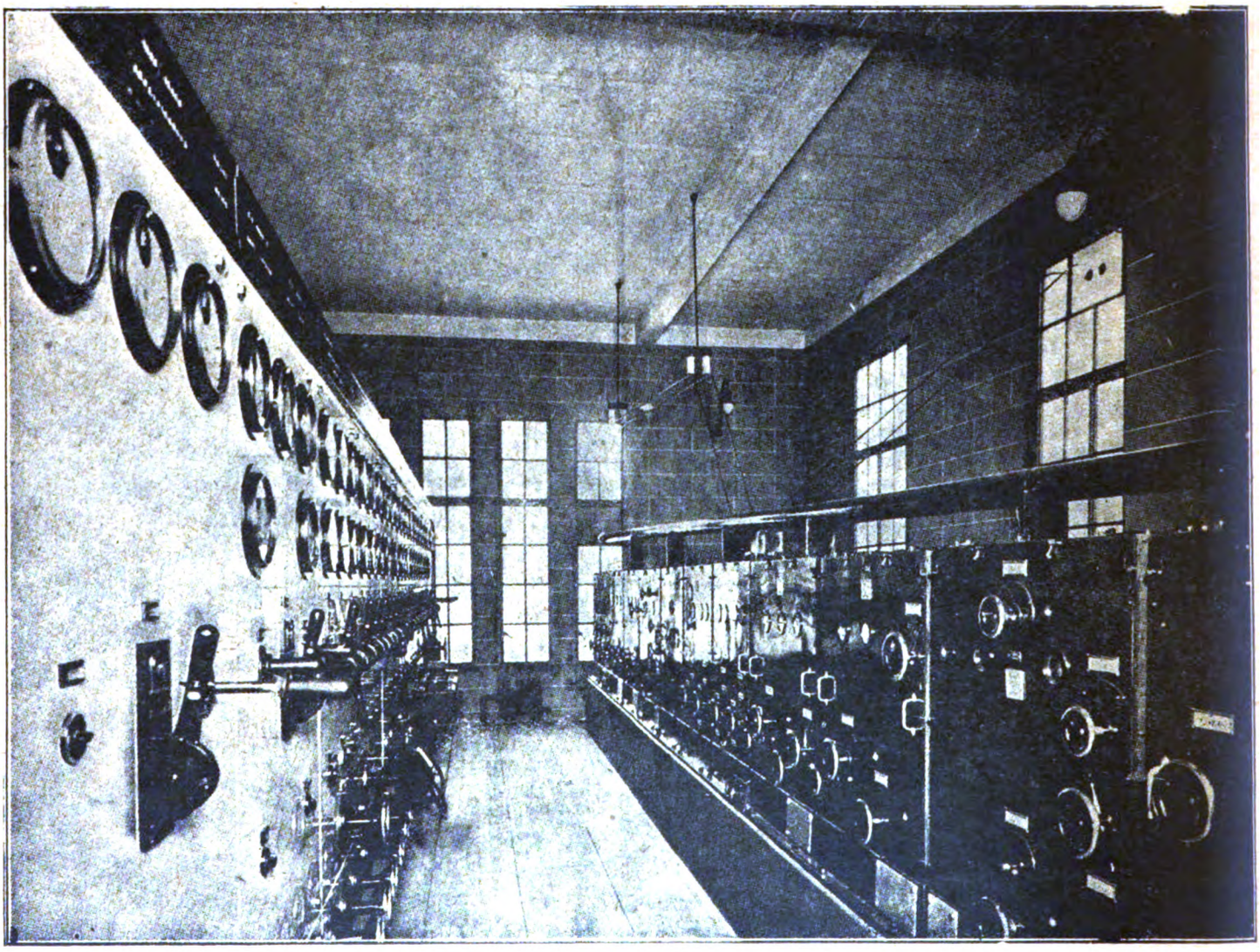
AMERIQUE DU SUD

L'Amérique du Sud n'a pas encore adopté un système de radiodiffusion bien précis.

La station la plus populaire est celle de Buenos-Ayres (LOY). Située dans un faubourg de la ville, à Florès, le poste n'a qu'une puissance de 2 kw.5, mais sa portée est relativement considérable. Les programmes se poursuivent de 10 h. à 24 h., ses intermèdes d'une demi-heure sont réservés à la publicité et aux informations. Le matin et l'après-midi sont consacrés à l'orchestre et à la musique instrumentale. La soirée aux auditions de restaurants et aux concerts. Comme il se doit, la grande « spécialité » de la station, c'est le tango argentin.

D'autres stations de radiodiffusion sont érigées à Montévideo, Pernambouc, Bahia, Valparaiso et Rio-de-Janeiro.

On peut s'attendre à voir à bref délai, la radiophonie prendre en Amérique du Sud une large extension. Chaque rancher d'Argentine possède en effet un poste récepteur, qui lui apporte les derniers cours des marchés les plus éloignés et quelques distractions dans son splendide isolement. Plusieurs fermes sont aussi munies d'un poste émetteur, qui assure une liaison constante avec les autres fermes, dont le plus proche voisinage est quelquefois d'une centaine de kilomètres. Grâce à cette chaîne de stations, des messages d'urgence et de détresse peuvent être envoyés avec une certaine rapidité d'un bout à l'autre du pays.



LA STATION DE MONTE-GRANDE A BUENOS-AYRES

CONCLUSION

On pourrait épiloguer à l'infini sur les mérites ou les inconvénients de la radio américaine. Si les sans-filistes américains se trouvent satisfaits du régime qui leur est octroyé, il est fort possible que les sans-filistes européens sauraient mal s'accommoder d'un pareil système. Vérité en deçà. Erreur au delà! Tout est affaire de goût et les goûts américains et les nôtres présentent sans conteste quelque dissemblance.

Si cependant nous ne voulons pas nous risquer à formuler quelques critiques, qu'on nous permette de reproduire l'extrait suivant d'un article paru dans une des principales revues américaines de T. S. F., *Radio-Broadcast*.

« Un court examen, dit l'auteur de cet article, suffit pour convaincre tout auditeur américain qu'on ignore plusieurs des meilleures possibilités de la radiodiffusion. Tandis qu'aucune emprise éducative n'est saluée avec grand enthousiasme par la majorité des auditeurs, ceux qu'elle sert sont bien servis et le bénéfice qu'ils en retirent est d'une valeur permanente bien supérieure à ce

Digitized by Google

qui peut être retiré des programmes écoutés par la grande masse.

« Il faut blâmer le système économique sur lequel la radiodiffusion américaine est basée. Les services radiophoniques manquent de valeur réelle dans leur ensemble ; ils ne présentent aucun plan progressif en vue d'exploiter les possibilités éducatives fournies par le microphone... La Radio est surtout un instrument pratique pouvant assurer aux familles une certaine quantité de musique avec un minimum d'efforts : cette musique est suffisamment variée pour satisfaire le goût des uns et des autres. Au cours des campagnes politiques, des grands événements sportifs, la radio se prête très bien au reportage des nouvelles. Mais c'est à peu près tout ce qu'elle fait et ce que l'on dit des autres buts servis est très exagéré.»

Cette critique est américaine. Elle paraît assez fondée. Si par ailleurs on considère qu'avec le système des chaînes, il n'y a tout compte fait, chaque jour en Amérique, qu'un nombre restreint de programmes et que très peu de programmes de valeur, on conviendra qu'il vaut mieux ne pas transplanter chez nous le système des Etats-Unis et qu'il est préférable d'essayer de doter l'Europe d'une radiodiffusion digne de sa vieille culture.

ET AILLEURS

AUSTRALIE

L'Australie a une superficie de 7 millions 930.000 kilomètres carrés et sa population qui ne dépasse pas 5 millions d'habitants, bien qu'elle soit surtout concentrée dans 5 ou 6 villes principales, s'étend sur tout l'ensemble de l'île. Le problème de la radiodiffusion n'était pas dans ces conditions sans présenter quelques difficultés. Il s'agissait de trouver le moyen de satisfaire les auditeurs des grandes villes, en même temps qu'il fallait en quelque manière, relais ou stations régionales, procurer des émissions aux habitants disséminés dans les campagnes, lesquels, à la vérité avaient plus besoin de distraction que les citadins.

Aussi y eut-il au début, — un début qui ne date que de iuillet 1924 — quelques hésitations et quelques tâtonnements. Les progrès de la radio furent cependant rapides, si rapides même, que le Gouvernement dut charger une commission de procéder d'urgence à une enquête pour mettre de l'ordre dans l'ensemble des émissions. Une Compagnie fut constituée,qui exploite les deux stations de Melbourne et eut de gros intérêts dans celle de Sydney et celle d'Adelaïde. Cette Société a été dissoute l'an dernier, un peu prématurément peut-être, et depuis le 17 janvier dernier, le Gouvernement a accordé pour trois ans le monopole de la radiodiffusion à une Compagnie constituée par le syndicat des théâtres et celui des éditeurs de musique. La Compagnie reçoit 12 shillings, environ 75 francs par appareil autorisé et elle doit supporter toutes les dépenses d'exploitation. Elle escompte un revenu annuel de 250.000 livres (soit 30 millions de francs environ) qui lui permettra d'améliorer considérablement les programmes, car elle déclare ne vouloir réaliser aucun bénéfice.

Quant au Gouvernement, avec le reste de la taxe — 105 francs environ — il se charge de l'entretien et du développement du réseau radiophonique. C'est ainsi que vont être prochainement construites cinq stations nouvelles, et seize stations relais. Pour la seule année de 1930 un crédit de 160.000 livres a été prévu, en plus des revenus des taxes, tant pour cette construction de stations nouvelles que pour l'amélioration des anciennes et des lignes qui les relient. Le Directeur des services postaux d'Australie s'est en effet donné comme tâche de permettre à 95 % de la population de recevoir au moins une émission de T. S. F. sur galène ou sur une détectrice à réaction et cela dans un délai de 4 ans.

Les stations sont divisées en deux catégories : catégorie A, qui reçoit des subventions prélevées sur les taxes payées par les auditeurs ; catégorie B, qui doit couvrir ses frais par la publicité.

CHINE

L'agitation révolutionnaire est en général peu favorable à l'extension de la radio dans un pays. La Chine cependant au milieu de ses tribulations de tout ordre a fini par avoir quelques postes émetteurs : huit en tout : cinq à Shanghaï (2 américains, 2 japonais et 1 britannique), un à Tien-Tsin et deux en Mandchourie. Des programmes réguliers sont diffusés chaque jour principalement en langue chinoise. Les demandes de postes récepteurs ne sont pas encore assez nombreuses pour faire de la radiodiffusion une entreprise commerciale rémunératrice.Les postes de Shanghaï appartiennent aux firmes intéressées à la vente des installations, firmes principalement d'origine américaine.

Ce qui a contribué à paralyser l'essor de la radiodiffusion en Chine, c'est la prohibition dont sont atteints les postes de T. S. F. Malgré cela, sous des noms divers, on en introduit en Chine du Sud et l'on a estimé à 10.000 ceux qui ont ainsi franchi les barrières douanières au cours de ces trois dernières années.

En Mandchourie, les restrictions apportées à l'importation des appareils ont été modifiées dans une certaine mesure, mais la T. S. F. est soumise à un très sévère contrôle officiel et il est perçu sur tout le matériel importé dans les trois provinces, des redevances et des taxes très élevées.

Une école de T. S. F. a été organisée à Moukden. A Hankéou, à Foutchéou, à Nankin et dans d'autres villes, il a été vendu un assez grand nombre d'appareils récepteurs permettant d'entendre les programmes diffusés de Shanghaï. Les banques et les firmes reçoivent chaque jour le cours des changes et autres informations commerciales.

Récemment on a annoncé la création prochaine d'une puissante station de T. S. F. à Nankin et de jeunes ingénieurs chinois ont été envoyés en Amérique et en Allemagne pour se perfectionner dans la technique moderne et installations radioélectriques.

Chine du Nord ou Chine du Sud se laissent pénétrer par la radiodiffusion avec quelque résistance, certes, mais on constate d'importants progrès et il se peut que, le calme rétabli, la T. S. F. connaisse en Extrême-Orient le succès qui a entouré son développement en Europe et en Amérique.

JAPON

La première Société d'exploitation radiophonique au Japon date de juillet 1924. C'était la « Tokyo Chuo Hasokyoku », commanditée par les grands journaux, les banques et les grandes firmes et placée, quant aux programmes, sous la surveillance de l'Etat.

Dans ce pays de vieilles traditions, la première émission par T. S. F. causa quelque surprise et aussi quelque terreur. Si les jeunes étudiants étaient enthousiasmés pour l'invention nouvelle, les vieux Japonais n'étaient pas sans manifester quelques inquiétudes. Ils se demandaient si « leur ciel était propice aux ondes magiques... et si dans ce pays volcanique, il n'y avait pas à redouter avec leur présence, quelque cataclysme ou quelques séismes. La confiance vint avec le temps et en 1925 se créait la « Corporation radiophonique du Japon », qui réunissait en une seule les trois sociétés qui tenaient leurs assises à Tokio, Osaka et Nagoya.

A l'heure actuelle, le Japon possède 7 districts radiophoniques : Kanto, Kansai, Tokai, Kyushu, Chugoku, Kohoku et Hokkaido.

La station la plus importante est celle de Tokio (JOAK), qui primitivement érigée sur la célèbre montagne Atagoyama, a été transportée à Shingo, à 15 km. de Tokio. Ses programmes sont en général divisés en 3 parties : Informations et nouvelles, éducation et enseignement, divertissements.Les émissions durent 7 heures en semaine et 10 heures le dimanche.

Digitized by Google

Des concerts de musique moderne alternent avec des concerts de musique japonaise et une large part est faite aux diffusions théâtrales, notamment aux drames nationaux : « les Shibac », tirés de l'histoire japonaise, avec accompagnement de musique.

Les auditeurs sont assujettis à une redevance de 1 yen par mois à la Société exploitante et d'un yen par an au Gouvernement.

Le Japon possède en outre un remarquable service de radiotélégraphie, exploité par la Japan Wireless Telegraph, grande compagnie semi-privée, semi-gouvernementale. La puissante station de Yasomi — fabriquée en Allemagne par la Telefunken et livrée au Gouvernement japonais au titre des réparations — est destinée à la transmission directe des radiocommunications avec l'Europe, alors que la station de Hara-No-Machi assure les transmissions en direction des Etats-Unis. On compte encore pour l'émission, la station de Tomioka à ondes courtes. Les trois émetteurs sont reliés directement avec l'office central de radio, installé au cœur de Tokio.

Pour la réception des messages lointains, on utilise le poste de Kaizo. Il est pourvu d'appareils enregistreurs à grande vitesse permettant de recevoir simultanément des messages des 4 ou 5 plus grandes stations émettrices d'Angleterre, de France, d'Allemagne, d'Italie, etc., ces messages sont transmis automatiquement du poste récepteur à l'office central du télégraphe de la ville de Nagoya, et de là distribués par fil aux quatre coins de l'empire.

Et ainsi, grâce à la radio largement utilisée, les Japonais isolés presque naguère dans leur île du Pacifique, restent en communication permanente et immédiate avec le monde entier.

En Mandchourie
Le haut-parleur dans un lieu de réunion.

PERSE

Quand, il n'y a que sept ans, la Perse entreprit de se moderniser, le Gouvernement songea à rendre la radio accessible à la masse du public. Malheureusement les conditions économiques et l'éloignement géographique nécessitèrent un travail de plusieurs années. La Russie était l'Etat le plus proche, auquel on pouvait en la matière demander quelques conseils. Des ingénieurs furent mandés de Leningrad pour installer un certain nombre de postes émetteurs.

Ce fut le poste de Téhéran qui, le premier fut en 1925, mis en chantier. Les travaux nécessitèrent des efforts prodigieux. Tout le matériel, pylônes, machines, accessoires, jusqu'au ciment, fut transporté à dos de chameau, par la seule voie des caravanes vers l'intérieur du pays. Le 26 avril 1926, la station de Téhéran put cependant être inaugurée. C'était le jour même du couronnement de Riza Khan. Six mois plus tard cinq nouvelles stations furent édifiées à Tebriz, Meched, Chiraz, Kermanchon et Mohammerich.

C'est une administration civile qui assure l'exploitation de ce réseau radiophonique. Les programmes sont sans grand intérêt et comme les prix excessifs les bons appareils à lampes à peu près inaccessibles au public, le sans-filiste persan en est réduit à écouter, sur de modestes appareils à galène, les seuls programmes locaux.

EGYPTE

On ne peut réellement parler dans ce pays de radiodiffusion puisque la T.S.F. s'y réduit à l'émission de la musique de quelques disques de phonographe par des commerçants dont certains possèdent un petit émetteur de portée généralement réduite.

Il existe cependant un certain intérêt pour la radio, surtout parmi les Européens. Malheureusement la station la plus proche est Stamboul, en Turquie, éloignée de 1.300 km. environ. Parmi les autres stations que l'on écoute le plus il faut citer : Chargow et Moscou

Digitized by Google

et dans l'Europe occidentale, Berlin, Vienne, Breslau, Radio-Toulouse, Radio-Paris, Rome et Naples.

Les appareils à lampes «grille-écran» sont très employés. Bon nombre de sans-filistes utilisent aussi des récepteurs spéciaux pour ondes courtes.

Bien que quelquefois on dise que la réception dans le désert est le plus souvent mauvaise, il est possible d'entendre en Egypte des stations très éloignées sans la moindre perturbation. Il est vrai cependant que parfois des parasites gênants rendent la réception presque impossible particulièrement à l'ombre des montagnes qui descendent parallèlement au Nil.

La réception devient normale dès que l'on s'éloigne dans le désert de quelques centaines de kilomètres.

AFGHANISTAN

Longtemps la radio fut regardée en Afghanistan avec beaucoup de méfiance. Cette « voix sans corps » comme disaient les indigènes était regardée comme la voix de Satan, d'autant plus que d'après les prévisions de la religion mahométane, il doit se produire dans ce siècle, des manifestations étranges qui dépasseront la compréhension des êtres humains.

A cette superstition s'ajoutait la volonté du Gouvernement refusant longtemps l'autorisation de concéder l'exploitation d'un service radiophonique à une société grecque parce qu'on craignait que des nouvelles confidentielles afghanes ne fussent rendues publiques par des afghans mal intentionnés.

C'est un Hindou, Azizullah Khan Faizabadi, qui avait acquis l'expérience de la radio en Amérique, qui réussit le premier à obtenir l'autorisation de faire construire un poste émetteur dans le « Arg palace » à Kaboul, la capitale de l'Afghanistan. Les premiers programmes étaient peu compliqués : on commença par une récitation du Koran, un message de félicitations au roi et des chansons afghanes.

Le succès fut immédiat et on cite même le cas de ce commerçant grec, vendeur d'appareils de T. S. F. au rabais qui dut subir plusieurs jours durant de véritables assauts de la part des radiophiles néophytes. Les restaurateurs, les commerçants, pour flatter la manie de leurs clients firent installer la T. S. F. dans leurs établissements et c'est ainsi qu'en quelques mois, grâce à un bricoleur avisé, la T. S. F. conquit son droit de cité en Afghanistan.

Le poste de Kaboul qui fut détruit pendant la révolution a été reconstruit par le nouveau roi Nadir Shah.

Inauguration de la statue du Maréchal Joffre à Chantilly,
M. Gabriel Hanotaux, de l'Académie Française, prononçant son discours.

Digitized by Google

LES PHÉNOMÈNES DE PROPAGATION

Au sujet de certaines théories modernes

par le Général CARTIER

QUELQUES lecteurs de *Radio-Electricité* m'ont écrit pour défendre les idées nouvelles que je critique, dans quelques-uns de mes articles. L'un des arguments qui m'est opposé est le suivant : « Les auteurs des théories que vous critiquez sont presque tous des titulaires du Prix Nobel. Quelle consécration plus élevée leur faudrait-il pour que vous reconnaissiez leur supériorité ? » Je me hâte de déclarer à mes contradicteurs que je suis le premier à reconnaître la haute compétence des savants que je prends quelquefois à partie. Mais, de même qu'il n'y a guère de chefs-d'œuvre qui ne présentent quelques parties inférieures au reste, de même dans les théories nouvelles les plus ingénieuses, il peut y avoir des faiblesses : quel mal y a-t-il à les signaler ?

Dans une causerie radiophonée du 27 janvier 1930, Sir *J. J. Thomson* semble prévoir chez les auditeurs anglais quelque résistance à accepter la nouvelle physique. Peut-être intéresserai-je les lecteurs de Q. S. T. en leur résumant la causerie précitée.

Tout d'abord, *Sir Thomson* définit nettement l'ancienne et la nouvelle physique : la première s'arrête à l'atome et son vaste domaine comprend tout ce qui est extérieur à cet élément matériel, la seconde pénètre dans l'atome et son domaine est cette bulle microscopique qui s'est révélée semblable à la bulle solaire. « Les savants cherchent maintenant à déterminer la structure de ce nouveau monde et à déterminer si les mêmes principes de dynamique et les mêmes méthodes de raisonnement y sont applicables ». Et *Sir Thomson* constate que « *les théories élaborées pour ce monde nouveau changent avec une rapidité kaléidoscopique* ». Il est donc permis, sans être irrévérencieux envers la Science, de se défier de théories qui sont abandonnées d'une façon aussi désinvolte. Je cite le savant conférencier : « *Une grande découverte n'est pas un terminus, mais une avenue conduisant à des régions encore inconnues* ». Remarquons qu'une grande découverte peut mériter le Prix Nobel, sans avoir d'autre mérite que d'être très importante et indiscutable au moment où elle est faite. Elle peut être périmée le lendemain ou l'année suivante ou le siècle suivant. « *La somme de nos connaissances ne forme pas une série convergente. En physique surtout, les termes ajoutés à la suite des autres ne sont pas de plus en plus petits. Les conclusions que nous tirons des termes connus ne sont pas nécessairement celles que nous suggèreront des termes encore inconnus* ». Il faut donc se défier des conclusions hâtives qui ne sont pas édifiées sur des bases impérissables.

« Les théories physiques sont de deux catégories : théories mathématiques, théories physiques ».

« Dans les premières, les diverses quantités physiques sont représentées par des symboles algébriques. Les lois de la physique sont exprimées par des équations entre ces symboles. Les conséquences de ces lois sont cherchées uniquement dans la discussion mathématique des équations. Aucune tentative n'est faite pour relier cette analyse mathématique à une représentation mentale ou matérielle des phénomènes. Dans de telles théories, la pensée doit être purement mathématique car aucune autre forme de pensée n'est possible quand on ne connaît pas l'objet de cette pensée ».

Et *Sir Thomson* fait cette remarque humoristique : « *Dans l'une des plus récentes théories, le principal symbole n'est même pas défini : ce n'est qu'un martyr inconnu destiné à être la victime d'opérations mathématiques* ». J'ai signalé dans un précédent article que l'auteur de la mécanique ondulatoire a négligé de définir ce qui ondule.

« Dans les théories physiques, on essaie de se former une idée concrète, un modèle qui nous donne une idée du phénomène physique à l'étude. Ce modèle présente des avantages évidents au point de vue définition et suggestion, car on peut concevoir quelque chose de concret et non des symboles algébriques.

« Chacun emploie le genre de théorie qui convient le mieux à sa tournure d'esprit et à son érudition.

« Au siècle dernier, de nombreux savants furent à la fois mathématiciens et physiciens : Lord Kelvin, Maxwell, Rayleigh, Poynting. Aujourd'hui, la spécialisation est de règle.

« La méthode mathématique est la meilleure pour développer les idées, la méthode physique est la meilleure pour les concevoir.

« On peut dire que la méthode mathématique est la meilleure couveuse, et la physique la meilleure pondeuse.

« Les deux méthodes sont indispensables ».

Digitized by Google

Francis Bacon exprimait les mêmes idées quand il écrivait il y a 300 ans :

« Les meilleurs résultats sont obtenus quand nous commençons avec la physique pour finir par les mathématiques ».

« Dans la physique moderne, la différence entre les théories mathématiques et les théories physiques est beaucoup plus grande qu'autrefois.

« Autrefois, en effet, les symboles employés dans les théories mathématiques représentaient des quantités étudiées dans les théories physiques.

« Dans les deux théories, l'espace était euclydien : il n'avait que trois dimensions. Dans les théories mathématiques modernes, l'espace est beaucoup plus compliqué : il a quatre dimensions, il est courbe et sa courbure varie d'un point à un autre.

« Le pur mathématicien se préoccupe peu de la nature de l'espace. La différence entre l'espace à quatre dimensions et l'espace euclydien se traduit simplement pour lui par l'emploi d'un quatrième symbole. Avec quelques symboles de plus, il peut créer un espace ayant n'importe quelles propriétés. Il ne s'occupe que de transformer ses formules et se désintéresse complètement de ce qu'elles représentent.

« Un tel désintéressement n'est pas possible pour celui qui désire établir une théorie physique dont l'essence est de pouvoir s'exprimer en termes correspondant à des grandeurs dont nous avons l'expérience : l'espace transcendant des relativistes n'est pas une réalité physique.

« Dans les anciennes théories, l'espace était simplement supposé rempli d'éther et cet éther était analogue aux fluides matériels connus, possédant comme eux de la masse et de l'énergie. Cette manière de voir ne semble pas plus arbitraire ni moins fondée que celle qui consiste à supposer l'espace rempli de courbes variables.

« Une théorie, outre qu'elle doit coordonner et développer les connaissances acquises, doit suggérer de nouvelles régions à explorer. Pour cela, elle doit être facilement utilisable et montrer, sans le secours de formules compliquées, le caractère général, sinon détaillé, des résultats à atteindre.

« La majorité des hommes peut plus avantageusement penser à des choses concrètes qu'à des abstractions ou à des symboles algébriques ; ils peuvent voir les possibilités dans un modèle plus clairement que dans des équations.

« L'analyse mathématique est souvent une lourde machine, un marteau-pilon à vapeur, qui donne autant de peine pour casser une noix que pour enfoncer un pilot.

« Beaucoup de savants pensent que ce qui a été trouvé n'est qu'une faible partie de ce qui reste à découvrir : l'électron et le proton ne sont pas les derniers termes de la matière, et il y a d'autres rayons que les rayons α, B, γ ou X.

On peut encore dire, comme Newton : « Le vaste océan de la vérité s'étend inexploré devant nous ».

« Le développement de nos connaissances par les expériences est la plus vitale de toutes les considérations. La principale qualité d'une théorie est de suggérer de nouveaux champs de recherches. *Une théorie est un outil et non un article de foi* ; il est permis d'en douter et on ne doit accepter ses suggestions que si elles ne sont pas contredites par les faits.

« La mathématique de la physique moderne est exceptionnellement difficile ; les formules auxquelles elle conduit sont si compliquées que le physicien à qui on les offre comme moyen, doit être excusé s'il ne sait les utiliser et s'il se sent comme quelqu'un qui demande une bicyclette et à qui on donne un éléphant.

« Il faut reconnaître que les théories sont le fluide vital de la physique et le plus puissant stimulant des recherches. La plupart des découvertes ont eu comme point de départ les suggestions de théories et ont résulté des expériences faites pour les vérifier.

« *Mais une théorie serait dangereuse si elle retenait notre attention au point de nous faire négliger les phénomènes qui se produisent au cours de nos recherches.* »

Voyons maintenant ce que pense *Sir J. J. Thomson* de certaines théories modernes auxquelles j'ai fait allusion dans de précédents articles

« L'atome est maintenant considéré comme un ensemble complexe de protons et d'électrons. Si cette conception est exacte, un atome d'hydrogène est constitué par un proton autour duquel tourne un électron.

« Peut-on appliquer à cet ensemble microscopique la dynamique classique, celle de *Galilée, Newton, Lagrange* et *Hamilton* ? Cette dynamique n'est-elle valable que pour l'extérieur de l'atome et faut-il en concevoir une nouvelle différente pour l'intérieur de l'atome ? »

« Autrement dit, *y a-t-il une mécanique pour l'ancienne physique et une autre mécanique pour la nouvelle physique* ?

« Si l'électron n'était qu'un point matériel chargé d'électricité et si la dynamique classique était applicable à sa rotation autour du proton, le rayon de son orbite pourrait être quelconque.

« Or, l'analyse spectrale montre qu'il n'en est pas ainsi : seuls, quelques orbites existent et les rayons de ces orbites sont en progression géométrique.

« Faut-il en déduire que la dynamique classique ne s'applique pas à l'intérieur de l'atome ?

« D'autre part, on a trouvé expérimentalement que chaque électron était accompagné d'un long train d'ondes qui le suit dans son mouvement autour du proton.

« Pour qu'une orbite soit possible, elle doit s'adapter à ce train d'ondes et par suite sa longueur doit être un multiple entier de la longueur d'onde : les rayons des orbites, comme les longueurs des orbites, sont donc des multiples entiers du rayon ou de la longueur de l'orbite la plus petite.

« *En tenant compte des ondes, la dynamique classique donne les résultats susvisés en ce qui concerne les rayons des orbites.* »

La dynamique classique serait donc bonne pour l'intérieur de l'atome : pourquoi en changer ?

« Les propriétés de l'atome dépendent, non seulement des mouvements des électrons, mais de la structure de ces électrons.

« L'électron est la pierre de touche de la physique moderne et la recherche directe de ses propriétés est de la plus haute importance.

« La découverte des ondes électroniques et les modifications qui en résultent pour les théories actuelles, sont une indication que ces théories sont encore instables et que celui qui écrit sur les tendances de la physique moderne risque de trouver ses idées périmées avant d'avoir été livrées à la publicité.

« On ne doit pas le regretter : la mort d'une théorie coïncide avec la naissance d'un fait et c'est ainsi que la science progresse. »

J'ai résumé la causerie de *Sir J. J. Thomson* où les théories les plus controversées, celles de la relativité et de la mécanique ondulatoire ne sont que discrètement effleurées. Mais on sent que le savant conférencier se défie de la magie des formules et qu'il préfère un modèle matériel à une équation symbolique.

Il conçoit mieux un espace rempli d'éther qu'un espace rempli de courbes

Digitized by Google

et l'éther pour lui est un fluide comme tous les autres fluides connus, composé de molécules matérielles mobiles et dont la structure est caractérisée à chaque instant par des surfaces de niveau et des lignes de force analogues à celles qui caractérisent les *champs* que nous avons l'habitude d'analyser : on sait que c'est une des idées que je défends dans ce magazine.

Il déclare que le proton et l'électron ne sont pas les derniers échelons de la série des éléments matériels infiniment petits dont le plus petit est la molécule du fluide originel qui remplissait l'espace à la création. J'ai souvent exposé la même thèse et montré que l'agitation cinétique d'un fluide quelconque supposait la présence entre ses molécules, d'un fluide plus subtil : entre les atomes qui constituent les molécules des corps solides, s'agitent les électrons libres; entre ces derniers dans les solides et entre les atomes des gaz, s'agitent les molécules d'éther. Plus loin encore, on trouve le fluide gravifique dont nous constatons la poussée dans la pesanteur et la gravitation, dont l'existence n'est donc pas discutable, mais qui a échappé jusqu'à maintenant à nos instruments de mesure et à nos formules.

Cette considération nous fait envisager plus aisément la constitution de l'atome et sa ressemblance impressionnante avec le système solaire :

Le proton est analogue au soleil,

Les électrons ressemblent aux planètes dont ils ne diffèrent que parce qu'ils sont tous semblables.

Ils ont une force centrifuge qui les ferait s'écarter du proton s'ils n'étaient retenus par la pression d'un fluide qui afflue constamment vers le noyau, produisant une pesanteur atomique analogue à la pesanteur terrestre et à toutes les pesanteurs planétaires.

Les électrons planétaires tournent sur eux-mêmes comme les planètes.

Ils refoulent devant eux l'éther dans lequel ils se meuvent et produisent derrière eux un afflux d'éther qui les suit, comme l'air se précipite à la suite d'un projectile rapide.

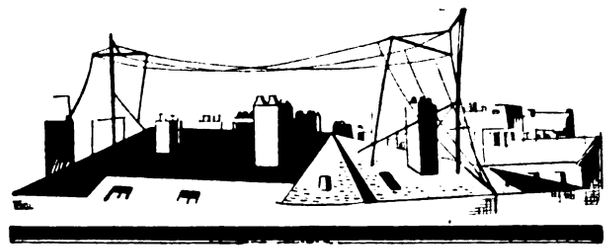
Ils entraînent par viscosité cet éther dans leur mouvement de rotation autour de leur axe et c'est ce tourbillon d'éther produit par le proton comme par chaque électron atomique, qui impose le rayon minimum et cette progression géométrique des rayons qui ont paru mettre en défaut la vieille mécanique classique.

On voit donc que le champ de la physique actuelle, que nous pourrions appeler déjà l'ancienne physique, ne s'arrête plus à l'atome : il en a franchi les limites par la découverte des lois de la gravitation atomique. C'est à l'électron que nous en sommes, et au proton aussi, dont la constitution intime ne tardera sans doute pas à nous être connue, nous livrant ainsi le secret des transmutations, objets de tant de spéculations et de tant de rêves. Espérons qu'on ne se laissera pas surprendre par cette découverte qui bouleversera notre équilibre social et mondial et qui pourra, comme la langue d'Esope, être un grand bienfait ou la pire des calamités.

Heureusement que nous n'en sommes pas encore là et que nous avons le temps de nous préparer !

Un de mes correspondants me signale le succès de certains mots ou expressions nouvelles : « Avez-vous remarqué, m'écrit-il, l'influence sur le grand public des expressions qu'il ne comprend pas bien : corps noir, univers courbe, lumière pesante, relativité restreinte ou généralisée, mécanique ondulatoire ? L'explication claire de ce que signifient ces expressions eût évidemment moins frappé l'imagination. Si l'on avait défini le proton ou le quanta, on les aurait dépouillés d'une partie du prestige dont ils jouissent : peut-être se serait-on aperçu qu'il n'était pas nécessaire de créer pour eux des mots nouveaux ! Pourquoi, dans cet ordre d'idées, appeler proton le noyau atomique ? Le besoin de ce nouveau vocable ne se faisait nullement sentir. »

Je suis tout à fait de l'avis de mon correspondant : une bonne définition n'employant que des expressions connues vaut toujours mieux qu'une formule algébrique, et le vocabulaire existant ne devrait pas être allongé sans absolue nécessité.



Digitized by Google

LA DIATHERMIE

par le Docteur Paul COLOMBIER, Médecin-Radiologiste de l'Hôtel-Dieu

Dans un premier article, l'auteur a montré combien grands sont les services que l'électricité peut rendre à la médecine. De très nombreux traitements sont actuellement basés sur son emploi ; elle a permis d'espérer la guérison de maladies qui semblaient intangibles.

Sous la forme chaleur, l'électricité intervient, comme on le verra ci-dessous, d'une manière tout aussi remarquable.

Un grand nom, un nom français, domine l'électrothérapie depuis le début de ce siècle, c'est celui de d'Arsonval. Grâce aux travaux de ce savant (dont les premières recherches remontent à 1892 ou 1893) les courants de haute fréquence furent utilisés en médecine et c'est à juste titre que M. le prof. Bordier a donné le nom de d'Arsonvalisation à l'application thérapeutique de ces courants.

La diathermie ou diathermothérapie n'est qu'une forme limitée de la d'Arsonvalisation.

La Diathermie est proche parente de la Télégraphie sans Fil: alors que cette dernière se sert des ondes produites par les oscillations de HF, la diathermie utilise ces oscillations elles-mêmes. Elle a pour but d'engendrer les effets calorifiques dans l'intimité des tissus organiques. On peut avoir recours, pour cette production de chaleur, aux formes habituelles du courant électrique: le courant continu produirait des phénomènes électrolytiques dans les tissus et le courant alternatif provoquerait des contractions. Les courants de haute fréquence donnent au contraire des résultats remarquables. On pourrait utiliser à la rigueur les appareils ordinaires de HF mais la disposition de ces appareils, le réglage de leur circuit oscillant ne convient pas d'une façon parfaite au traitement diathermique. Les éclateurs habituels donnent des effets faradiques très gênants et les trains d'ondes qu'ils fournissent, avec des silences importants, ne créent pas les effets thermiques désirés: il y a trop de tension, pas assez d'intensité. Les oscillations qui produiront l'effet diathermique optimum. sont des oscillations non amorties, ou mieux des oscillations entretenues. C'est pourquoi on donnera la préférence à des appareils construits spécialement et qui en réalité, ne diffèrent des appareils de HF que par certains détails.

Un appareil de haute fréquence est composé, en principe, de quatre éléments fondamentaux :

1° Un transformateur qui élève la tension du courant primaire aux dépens de son intensité ;

2° Un condensateur maintenu toujours en charge par le transformateur;

3° Un éclateur dans lequel se produisent les étincelles qui déclenchent les oscillations;

4° Une self, une résistance, qui sera le point de départ du circuit d'utilisation.

On n'emploie plus, en médecine le dispositif de Tesla, dangereux pour le malade: il avait l'inconvénient de mettre le sujet directement en contact avec un des pôles dans le cas où le condensateur serait percé. Le dispositif de d'Arsonval laisse toujours le malade en dehors du circuit du transformateur.

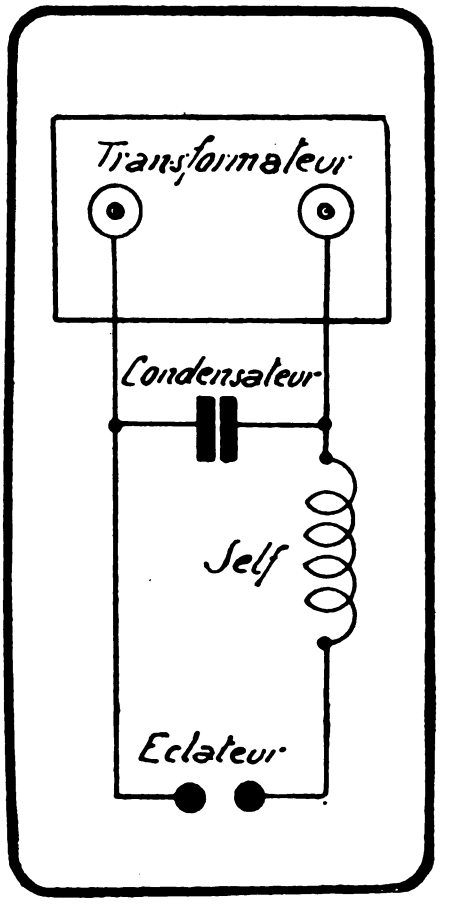


FIG. 1

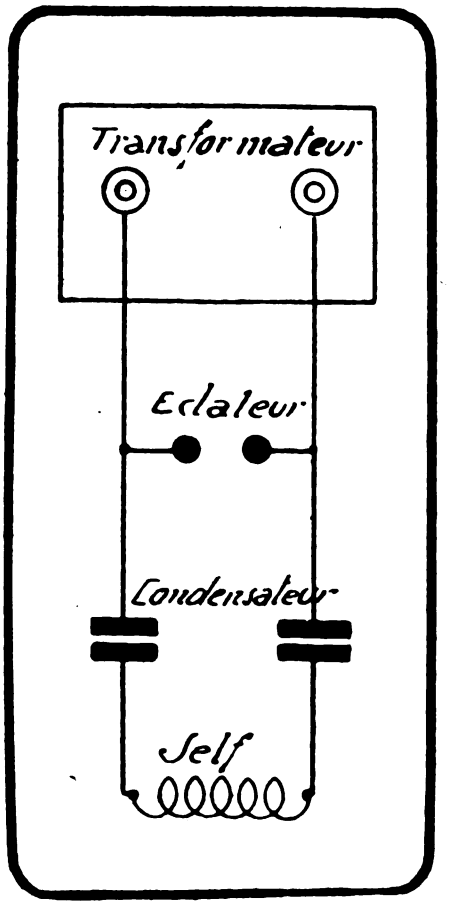


FIG. 2

Digitized by Google

Les appareils de diathermie en usage actuellement sont de deux types très distincts: les appareils à éclateurs et les appareils à lampes. Nous n'étudierons dans cet article que les appareils à éclateurs, dont les premiers modèles remontent à une vingtaine d'années, mais qui sont encore d'un emploi constant et donnent des résultats tout à fait remarquables dans les applications normales de diathermothérapie, et nous consacrerons une étude spéciale à l'appareil qui utilise la lampe à trois électrodes, appareil qui a ouvert une voie nouvelle aux applications médicales de l'électricité, notamment dans le domaine de la chirurgie.

***

Les courants de diathermie, sont des courants de très haute fréquence. La source de courant primaire est dans le cas général le courant de secteur, courant alternatif de 110 volts ou d'un multiple de 110 volts, avec la fréquence de 50 périodes que l'on tend aujourd'hui à standardiser.

On a renoncé pratiquement aux anciens appareils producteurs de haute tension, tels que les machines statiques ou les bobines à interrupteurs mécaniques : l'emploi des transformateurs à circuit magnétique fermé est plus commode et d'un meilleur rendement.

Les deux bornes du transformateur sont reliées aux armatures internes des condensateurs. Les condensateurs de diathermie ne diffèrent guère des condensateurs habituels de haute fréquence. Ils se composent de lames de verre épais (qui forment le diélectrique), recouvertes sur chaque face d'une feuille d'étain qui forme l'armature. La capacité du condensateur est fonction de la surface des armatures, elle s'exprime par la formule :

$$C = k\frac{s}{4\pi e}$$

s étant la surface des armatures, e l'épaisseur du diélectrique et k un coefficient qui dépend de la nature du diélectrique.

Pour augmenter la surface, donc la capacité, on associe plusieurs condensateurs en « batterie » comme des éléments de pile; on les dispose dans des bacs contenant de l'huile de pétrole : celle-ci a pour but d'éviter l'échauffement des plaques et s'oppose en même temps à la formation des effluves.

Les armatures externes des condensateurs sont réunis par un circuit dans lequel est placé le solénoïde.

La décharge du condensateur se fait par une étincelle qui jaillit dans un dispositif spécial « l'éclateur » intercalé en dérivation sur les armatures internes. Cette décharge doit être « oscillante »; elle le sera dans certaines conditions. Sans entrer dans l'étude de ces conditions, étude qui nous entraînerait trop loin, sachons seulement que pour que la décharge soit oscillante, c.-à-d. puisse donner naissance à un courant de haute fréquence et non à un courant continu, il faut que la résistance du circuit de décharge soit inférieure au rapport qui existe entre la self du circuit et la capacité du condensateur.

L'étude de ces conditions permet de calculer la durée de la période de la décharge oscillante, qui est de l'ordre du billionième de seconde.

Le mouvement oscillatoire créé par l'étincelle s'éteint très vite. Les décharges affectent l'aspect de trains d'ondes séparés par des silences électriques. Ces silences sont nuisibles à l'effet diathermique et on s'efforcera de les réduire le plus possible et même de les supprimer complètement.

On a donc modifié les appareils de haute fréquence dans ce sens et on est parvenu à produire des décharges aussi peu amorties que possible, grâce à des modèles d'éclateurs judicieusement établis; on est même parvenu à produire des ondes entretenus avec les appareils à lampes que nous étudierons une autre fois.

Les éclateurs de diathermie actuellement employés, sont de deux modèles qui donnent également satisfaction. On a renoncé au modèle qui ressemble à l'œuf électrique de l'abbé Nollet, appareil bruyant (tout à fait le bruit d'une mitrailleuse), sale et malodorant (émission de vapeurs nitreuses). On a renoncé aussi aux appareils tournants, formés de disques armés de pointes tournant rapidement devant une pointe fixe.

Aujourd'hui on emploie indifféremment l'éclateur type « Broca » ou l'éclateur à plateaux. Dans le premier de ces appareils l'étincelle se fait entre deux surfaces planes, dont on règle l'écartement, au sein d'une atmosphère gazeuse, qui est généralement du gaz d'éclairage ou des vapeurs d'éther, et qui joue un double rôle: refroidissement de l'étincelle, et protection des surfaces métalliques en présence. De plus, l'étincelle se faisant en vase clos est presque silencieuse. Le défaut, le seul, de ces appareils est leur entretien: ils se remplissent très rapidement d'un dépôt de noir de fumée, produit par la décomposition de l'hydrocarbure qui sert de diélectrique, et il faut démonter et nettoyer assez souvent ces éclateurs. Dans des installations importantes où les appareils sont nombreux (comme par exemple certains établissement bien connus de villes d'eaux), c'est un travail fastidieux. Aussi a-t-on tendance à préférer dans les nouvelles installations les éclateurs du type à plateaux multiples où les étincelles jaillissent en cascade, à l'air libre, dans une série de disques métalliques, écartés les uns des autres d'une distance fixe, établie une fois pour toutes. L'entretien de ces appareils est bien simplifié, et, chose curieuse, l'étincelle (on devrait dire les étincelles car c'est une véritable pluie d'étincelles) est beaucoup plus silencieuse que dans les éclateurs en vase clos.

Dans ces modèles d'éclateurs la distance explosive des étincelles est réduite à quelques dixièmes de millimètre de sorte que leur extinction est très rapide.

L'éclateur joue le rôle primordial dans un appareil de diathermie : c'est l'étincelle qui ferme le circuit de décharge quand les condensateurs sont parvenus à saturation, puis le circuit se trouve automatiquement ouvert jusqu'à la production d'une nouvelle étincelle qui éclatera à la cadence des interruptions du circuit primaire, c'est-à-dire pratiquement, dans le cas de l'alimentation par courant de secteur, à la fréquence de 50 périodes.

Les oscillations de haute fréquence produites par la décharge brusque des condensateurs s'établissent dans le circuit d'utilisation qui, parti, comme nous l'avons vu, de l'armature externe des condensateurs passe dans un solénoïde constitué par un gros fil métallique enroulé en cylindre avec un nombre de spires assez limité. Ce solénoïde

Digitized by Google

a une résistance très faible, à cause de la grosse section du fil qui le constitue, mais il a une self très importante qui oppose une forte résistance aux oscillations; il y a donc une différence de potentiel très grande d'une spire à l'autre.

Pour les applications de diathermie, le malade est relié à deux points plus ou moins éloignés de ce petit solénoïde au moyen d'électrodes et de conducteurs isolés. Les appareils médicaux ont une commande qui permet de faire varier à volonté la distance entre les prises de courant sur le solénoïde de façon à graduer l'intensité du courant utilisé.

Les électrodes peuvent être de simples feuilles d'étain que l'on place directement au contact de la peau, à condition qu'elles épousent très nettement les surfaces, ou des tissus métalliques souples qui réalisent des contacts encore plus parfaits. Dans certains cas on a avantage à se servir d'électrodes spongieuses et humides et enfin pour des applications spéciales on a toute une variété d'électrodes de formes appropriées.

En pénétrant dans les tissus, ces courants de haute fréquence donnent naissance à des phénomènes complexes dont le plus important est leur transformation en énergie calorifique. Il en résulte, pour l'organisme, un gain de chaleur qui jouera un rôle considérable dans les phénomènes physiologiques.

La chaleur n'est pas développée dans les tissus organiques en raison de la loi de Joule, comme on l'a cru au début. La résistance chimique ne joue pas dans ce cas le rôle principal, comme dans un conducteur métallique. Au lieu d'une masse plus ou moins homogène, les courants de haute fréquence, traversent des tissus complexes et y créent des phénomènes électrolytiques qui ont une très grande importance. Les expériences de Bergonié et Réchou ont montré que la chaleur commençait par augmenter en fonction de la résistance jusqu'à une certaine valeur, puis, arrivée à ce taux, restait stationnaire et diminuait ensuite malgré l'augmentation de la résistance.

L'échauffement des tissus dépend aussi de la surface des électrodes et de leurs proportions respectives. On comprend aisément qu'avec deux larges électrodes de surface sensiblement égales, on aura dans les tissus interposés un développement régulier et homogène de chaleur, tandis que si l'une des électrodes est très petite par rapport à l'autre, on aura une augmentation considérable de l'effet thermique au niveau de la plus petite. Si cette petite électrode est réduite à une pointe on arrivera à la destruction rapide des tissus et c'est précisément l'effet que l'on cherche à obtenir dans le « bistouri électrique ». On peut ainsi schématiser les deux grandes modalités de la diathermie, d'après les dimensions des électrodes:

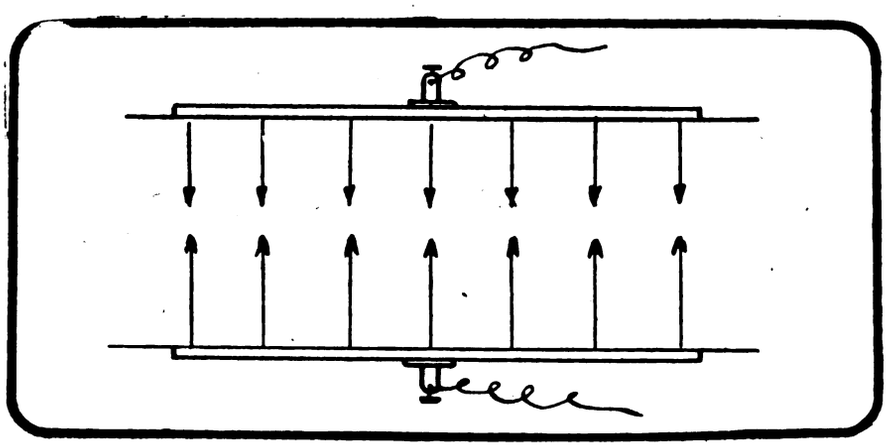


Fig. 3a

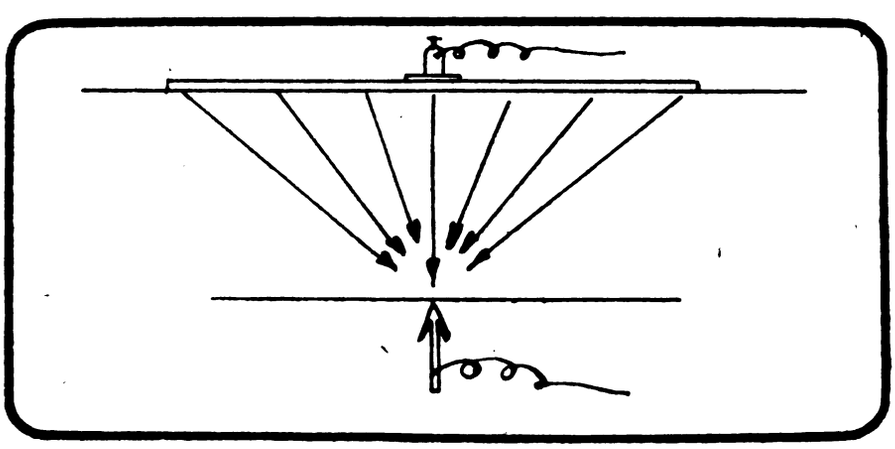


Fig. 3b

On a constaté que le pouvoir thermogénique de la diathermie est en raison inverse de la vitalité des tissus; c'est-à-dire que ses effets sont au maximum sur un fragment de tissu isolé, sur un organe d'animal mort depuis quelque temps et qu'ils sont bien moins importants appliqués à l'animal vivant. Entre ces deux extrêmes se place le cas de l'animal vivant, mais dans le sommeil anesthésique, cas intéressant, puisque c'est un moyen d'augmenter considérablement l'action de la diathermie.

Ces phénomènes peuvent s'expliquer par le fait que dans un organisme vivant, les réflexes physiologiques (diminués par la narcose) s'opposent à l'accumulation de la chaleur en augmentant la circulation sanguine.

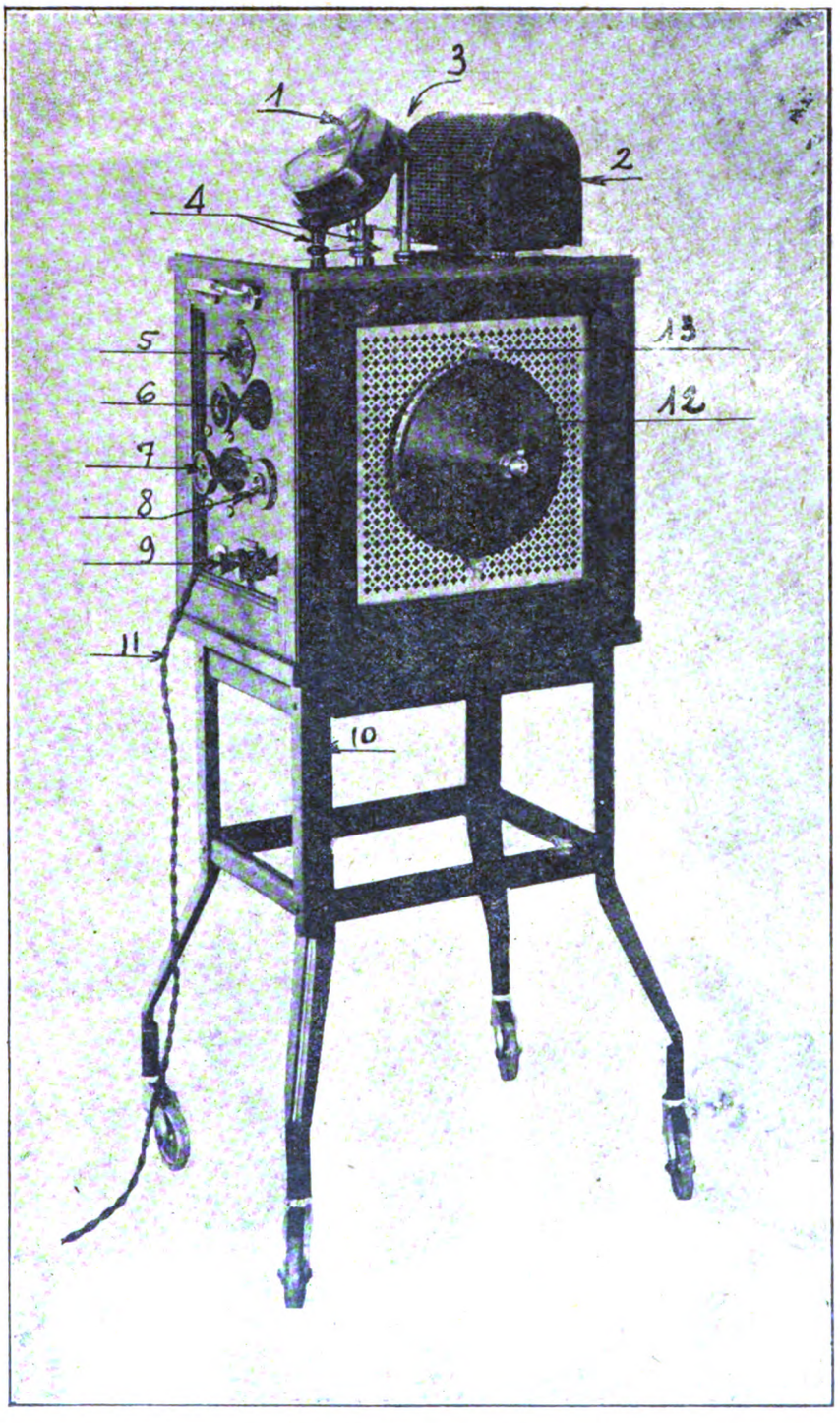
Les courants de haute fréquence créés par les appareils de diathermie ne sont pas douloureux; on ne les sent pas. Malgré la quantité d'énergie électrique développée, les divers appareils de sensibilité ne répondent pas à leur excitation. Au lieu d'une sensation désagréable, il y a une certaine diminution de la sensibilité, une réelle analgésie qui est utilisée avec succès dans un certain groupe d'affections. Une autre action complète celle-ci : l'appareil vaso-moteur est influencé par les courants de HF, il y a congestion et hypersécrétion.

On peut donc distinguer parmi les

Digitized by Google

nombreux effets physiologiques de la diathermie ces trois actions bien déterminées : l'analgésie, l'activation de la circulation et l'augmentation des sécrétions.

Il n'est pas possible de passer en revue dans le cadre limité de cet article toutes les indications thérapeutiques de la diathermie. Elles sont extrêmement nombreuses, mais elles ne sont pas innombrables. Il faut se mettre en garde contre cette tendance que l'on a d'exagérer les bienfaits d'une méthode nouvelle ; c'est un principe qui fait un tort considérable en médecine à tout ce qui est nouveau. Les applications de la diathermie sont nombreuses, c'est exact, mais il ne faut tout de même pas lui demander plus qu'elle ne peut donner. Elle a des indications bien limitées et dans ces cas ses résultats sont surprenants, mais il y a aussi des affections sur lesquelles elle est absolument sans effets et c'est lui nuire que d'inscrire à son débit des échecs dont elle n'est pas responsable.



APPAREIL DE DIATHERMIE

avec éclateur à électrodes de tungstène

1. Milliampèremètre haute fréquence, type H.F. IV en 2.500/5.000. — 2. Eclateur à électrodes de tungstène. — 3. Barre de court-circuit du milliampèremètre. — 4. Bornes d'utilisation en diathermie. — 5. Cadran indicateur de la self induction réglable. — 6. Volant de manœuvre du curseur de la self induction réglable. — 7. Interrupteur général. — 8. Commutateur à 3 positions (diathermie étincelage fort, étincelage léger). — 9. Bornes pour branchement de la pédale. — 10. Bâti métallique à roulettes. — 11. Câble d'alimentation. — 12. Résonateur conique. — 13. Bornes de branchement.

La diathermie, a écrit le Dr Vignal, trouvera ses indications toutes les fois qu'il y aura intérêt à augmenter, activer les phénomènes d'assimilation et de désassimilation, à ramener la vitalité des tissus, à aider à la résorption des dépôts ou à favoriser la vascularisation des régions. Son action sédative l'indique dans les affections douloureuses telles que la sciatique, toutes les névralgies, le lumbago, le rhumatisme articulaire, etc. Chez les goutteux, on voit l'articulation redevenir souple, indolore, en même temps que se modifient les éléments urinaires.

On a signalé l'action de la diathermie sur l'hypertension ; on a traité avec succès des aortites chroniques, l'angine de poitrine, l'asthme, les adhérences pleurales et les sequelles pulmonaires de la grippe.

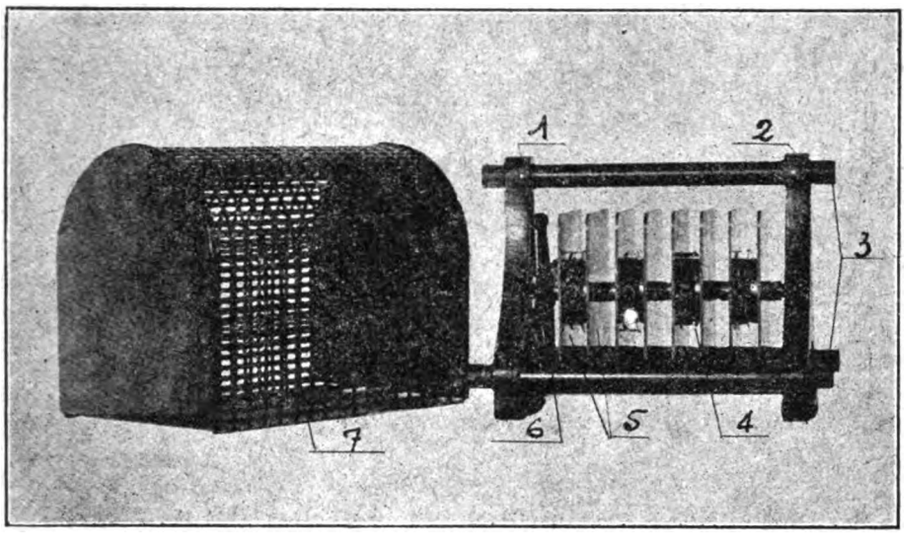
On peut aussi calmer certaines viscéralgies comme les crises du tabès et la lithiase biliaire.

La diathermie permet encore de suppléer à une élimination insuffisante en fournissant à un organisme affaibli un certain nombre de calories. C'est le principe de la diathermie « ration d'appoint » de Bergonié.

Une des applications les plus heureuses de la diathermie est l'excitation des glandes à sécrétion interne, avec des effets remarquables sur l'état général.

Une des affections qui a le plus profité de cette méthode thérapeutique est la paralysie infantile où

Digitized by Google



ECLATEUR A ÉLECTRODES DE TUNGSTENE

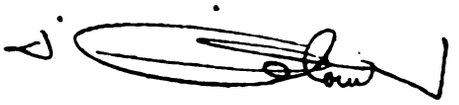
(Détails de l'appareil, le capot étant enlevé)

1 et 2. Flasques triangulaires. — 3. Tirants en matière moulée. — 4. Elément d'éclateur. — 5. Lames de cuivre servant de radiateur. — 6. Tourniquet de serrage. — 7. Capot en tôle ajourée.

l'action calorifique se double d'un heureux effet sur les troubles du système nerveux.

Citons enfin pour terminer les affections diverses où la diathermie s'est montrée bien des fois supérieure à toutes les autres méthodes: les hémorroïdes, l'hypertrophie de la prostate, les engelures, les affections congestives du carrefour sous-hépatique, la maladie de Maurice Reynaud et un grand nombre d'affections cutanées, parmi lesquelles il faut placer en première ligne les ulcérations des radiologistes.

Nous étudierons dans un prochain article, au sujet des appareils à lampe, les services que peut rendre la diathermie à la chirurgie et à certaines spécialités médico-chirurgicales.



Digitized by Google

TECHNIQUE GÉNÉRALE

Les Moteurs Électriques

par Jean BARRÉ

Il nous a paru intéressant de présenter au lecteur un aperçu comparatif des différents types de moteurs électriques qui répondent à des besoins nettement différents. On trouvera donc ci-dessous un exposé de chaque système et un résumé des caractéristiques essentielles.

La découverte qui a certainement contribué le plus au développement des applications de l'électricité fut celle de la réversibilité de la dynamo génératrice. C'est grâce à elle que la force motrice a pu pénétrer partout, et que peu à peu le travail mécanique a remplacé le travail à la main, suivant une évolution qui est encore loin d'être terminée, mais qui atteindra la perfection lorsque les mécanismes électriques pourront remplacer la pensée et l'intelligence humaines. Ceci semble actuellement un rêve ou une utopie, mais le jour n'est peut-être pas extrêmement éloigné où les machines intelligentes supprimeront toute main-d'œuvre et toute surveillance. Ce jour là sera le premier d'une révolution telle que l'Histoire n'en aura jamais enregistré de semblable.

Pous nous en tenir au présent, nous pouvons dire que toute les application. mécaniques de l'électricité reposent sur les propriétés du moteur électrique qui, tant que l'utilisation de l'énergie intra-atomique ne sera pas réalisée pratiquement, restera l'agent moteur le plus maniable et de meilleur rendement. Dans cette étude, nous nous proposons de présenter les différents types de moteurs électriques avec leurs caractéristiques d'emploi et de fonctionnement.

GENERALITES

Tout moteur électrique est, au fond, une application de la loi de Laplace suivant laquelle :

Tout conducteur traversé par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force qui est

1° proportionnelle à l'intensité du courant ;

2° proportionnelle à l'intensité du champ ;

3° proportionnelle au sinus de l'angle du champ et du courant,

et dont le sens est tel que les trois vecteurs : champ, courant, force, forment un trièdre tri-rectangle (fig. 1).

Cette loi fut établie en 1820, et il est curieux de constater qu'il fallut un demi-siècle pour réaliser le premier moteur industriel digne de ce nom.

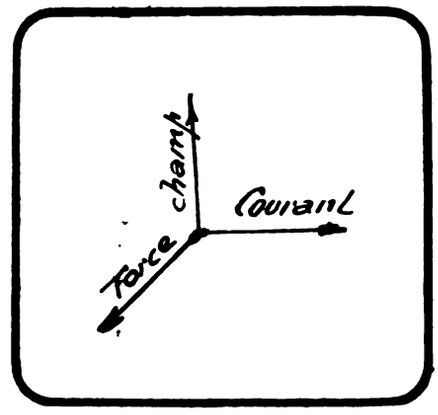


FIG. 1

L'application pratique de cette loi a donné lieu à de nombreuses variantes. Il y a en effet bien des manières de réaliser un champ et un courant. Le champ par exemple, peut être constant en grandeur et fixe en direction, ou bien fixe en direction et variable en intensité, généralement périodique, ou bien encore de valeur constante et mobile dans l'espace. Le courant d'autre part peut être fourni par une source auxiliaire, ou bien créé par le déplacement des conducteurs dans le champ, pour ne citer que les combinaisons réellement utilisées de nos jours. Chacun de ces modes de réalisation correspond à des propriétés bien déterminées et répond par suite à des besoins bien définis.

Nous pouvons maintenant entrer dans le détail de chacun de ces types de moteurs, et tout d'abord étudier les moteurs à courant continu.

MOTEURS A COURANT CONTINU

Le moteur à courant continu est le premier en date, car sa construction ne diffère pas de celle d'une dynamo génératrice. Nous n'en rappellerons que très sommairement le principe, bien connu de tous, pour insister ensuite plus particulièrement sur ses propriétés mécaniques.

Le moteur le plus simple comporte un inducteur bipolaire entre les branches duquel tourne un anneau ou un cylindre de fer doux feuilleté sur lequel est enroulé un conducteur dont les deux extrémités sont soudées, de façon à constituer un bobinage en court-circuit. Dans le plan de symétrie de l'ensemble, passant par l'axe sont disposés deux balais en cuivre ou en charbon, reliés à une source de courant continu et qui, théoriquement, frottent sur la périphérie des fils de l'induit. Le courant se répartit symétriquement dans les deux moitiés de l'enroulement, et on voit facilement que toutes les actions électromagnétiques sont concordantes pour faire tourner l'induit dans le sens de la flèche dans le cas de la figure (2).

De tels moteurs ont été construits et ont fonctionné, il y a une cinquantaine d'ans. On s'est vite aperçu qu'il y avait intérêt à faire frotter les balais, non plus sur les fils eux-mêmes, mais sur un organe conçu spécialement pour présenter une grande résistance à l'usure. C'est le collecteur. Celui-ci est un cylindre calé sur

Digitized by Google

l'arbre de la machine et composé de lames de cuivre isolées entre elles et de l'axe par un isolant à haute résistance tel que le mica ou la micanite. Ces lames ont un mode de fixation spécial, leur permettant de résister à la force centrifuge

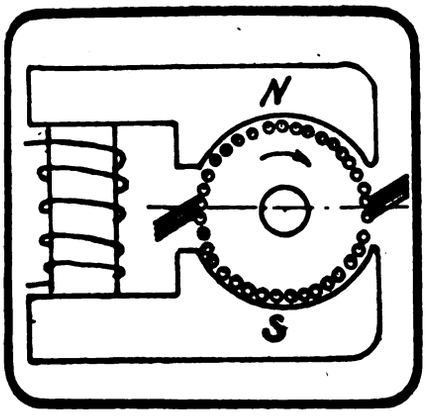


Fig. 2.

(fig. 3). Si l'on voulait rester dans les conditions théoriques parfaites, il faudrait qu'il y ait autant de lames au collecteur que de fils à la périphérie de l'induit. Pratiquement, il n'en est pas ainsi, pour des raisons de construction : l'induit est divisé en sections comportant un certain nombre de spires et dont les extrémités sont reliées à deux lames consécutives du collecteur. L'effet produit est sensiblement le même, et la construction du collecteur est bien simplifiée, le nombre de lames étant un sous-multiple du nombre de spires sur l'induit.

Nous ne nous sommes pas jusqu'ici préoccupé de savoir comment était produit le champ magnétique de l'inducteur. Il faut, bien entendu, envoyer un courant continu dans les enroulements d'excitation et ce courant peut être fourni soit par une source distincte de celle qui alimente l'induit, soit par cette source elle-même. La première solution, dite excitation séparée, n'est employée que pour les essais de la machine. En pratique, elle conduirait à une trop grande complication. On alimente donc les deux enroulements par la même source, et il y a deux manières de le faire : ou bien brancher l'inducteur et l'induit en série de façon qu'ils soient traversés par le même courant, ou bien les brancher en parallèle de façon que les courants s'y répartissent en raison inverse des résistances. On est ainsi conduit à deux types de moteurs, le moteur série et le moteur shunt, jouissant de propriétés complètement différentes.

MOTEUR SHUNT

L'excitation est constante, puisque prise aux bornes de la ligne d'alimentation, par conséquent la vitesse du moteur est sensiblement croissante et indépendante de la charge. Ce n'est pas rigoureusement exact en pratique, car on constate, en étudiant les moteurs shunt, que la vitesse diminue légèrement quand la charge augmente. Ceci est dû à un phénomène particulier, dit de réaction d'induit, dont l'étude nous entraînerait beaucoup trop loin. Disons simplement que la réaction d'induit produit une différence de potentiel aux bornes de l'induit, croissante avec la charge, et qui se retranche de la tension d'alimentation ; le moteur ayant à créer une force contre électromotrice inférieure à celle à vide, tournera donc moins vite. Si, au contraire, le couple moteur est brusquement supprimé par suite d'un accident, par exemple, la rupture d'arbre ou de courroie, la vitesse reviendra à sa valeur à vide, qui n'est pas très différente de sa valeur en charge. C'est là un avantage précieux. Par contre un inconvénient du moteur shunt est la faiblesse de son couple de démarrage. Le couple moteur est, en effet, proportionnel au produit du champ inducteur par l'intensité du courant dans l'induit. Donc, ici, le couple est proportionnel à l'intensité. Comme au démarrage on ne peut faire passer des courants très intenses sous peine de griller le moteur, le couple de démarrage est assez faible. Nous allons voir qu'il n'en est pas de même pour le moteur série.

MOTEUR SERIE

Ici, l'enroulement inducteur étant traversé par le courant total de la machine, le flux inducteur est, tout au moins tant que le fer n'est pas saturé, proportionnel à l'intensité de ce courant. Il en résulte que le couple de démarrage est proportionnel au carré de l'intensité, donc très énergique. Par contre si le couple résistant est brusquement supprimé, le courant qui traverse les deux enroulements est très réduit et la vitesse augmente jusqu'à des valeurs dangereuses : on dit que le moteur emballe. Ces deux propriétés, énergique couple de démarrage et possibilité d'emballement restreignent le champ d'application de ce moteur au cas où le couple résistant ne peut jamais devenir très petit, et encore dans ce cas, il est bon de prévoir des limiteurs de vitesse coupant le courant dès que la vitesse devient dangereuse. Ajoutons encore que le moteur série est essentiellement un moteur à vitesse variable, à chaque valeur de la puissance transmise correspond une allure bien déterminée.

Devant les résultats donnés par ces deux genres de moteurs, on s'est demandé s'il ne serait pas possible de combiner les deux modes d'excitation de façon à obtenir un moteur possédant un peu des caractéristiques de chacun, par exemple qui démarre comme un moteur série, mais qui ne s'emballe pas. Ceci a donné naissance au moteur compound.

MOTEUR COMPOUND

L'enroulement inducteur comprend deux parties distinctes, montées sur le même circuit magnétique : une bobine dérivation, donnant un flux inducteur sensiblement constant, et une bobine série, produisant un flux variable avec la charge, qui se superpose au premier.

On conçoit facilement que l'on puisse, en calculant convenablement les différentes bobines inductrices obtenir telle propriété que l'on désire relativement au couple ou à la vitesse. Par exemple si

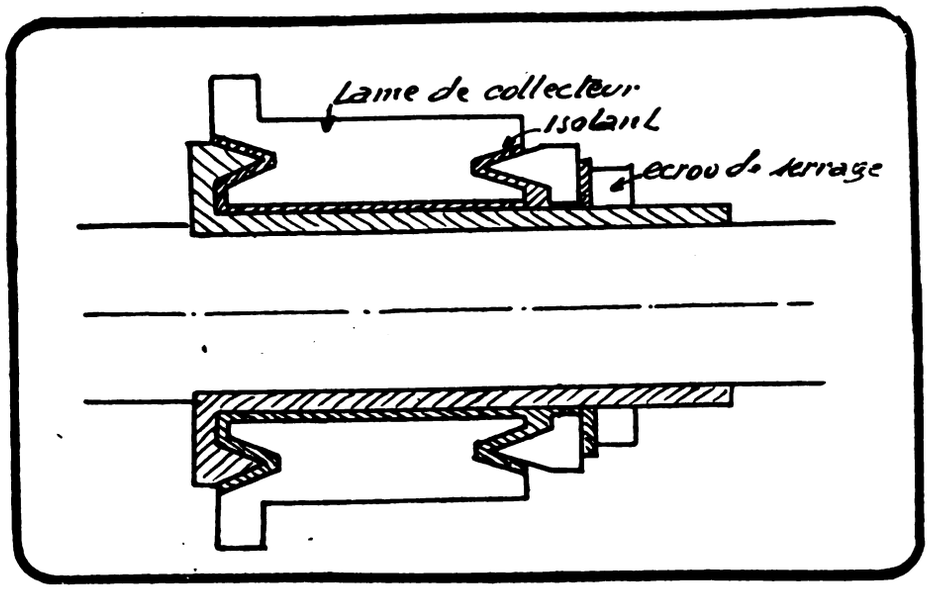


Fig. 3

Digitized by Google

l'on veut réaliser un moteur qui, comme le moteur série démarre énergiquement mais qui conserve une vitesse inférieure à une certaine limite, il suffira d'ajouter à l'enroulement série ordinaire un enroulement shunt dont l'effet ne soit pas prédominant, ceci afin de conserver un bon couple de démarrage, mais qui, à vide, donne un flux inducteur suffisant pour éviter tout emballement. Ceci implique que les deux enroulements agissent dans le même sens.

Veut-on, au contraire, réaliser un moteur à vitesse constante quelle que soit la charge, il suffira d'ajouter quelques spires série à un enroulement shunt, de façon à compenser la chute de tension croissant avec la charge et due à la réaction d'induit. Dans ce cas, l'enroulement série doit être démagnétisant par rapport à l'enroulement shunt, celui-ci gardant la prépondérance.

On peut même obtenir par ce moyen des moteurs dont la vitesse croît avec la charge, mais ils n'ont pas reçu beaucoup d'applications jusqu'à maintenant.

MISE EN MARCHE ET REGLAGE DES MOTEURS A COURANT CONTINU

Sauf pour les très petits moteurs, dont la puissance ne dépasse pas 50 ou 60 watts, la mise en marche ne peut s'effectuer sans précautions spéciales. En effet, l'enroulement induit doit, pour obtenir de fortes puissances, être traversé par un courant assez intense, par exemple 50 ampères pour un moteur de 5 kilowatts fonctionnant sous 110 volts. Comme la différence de potentiel à ses bornes résultant de la tension du réseau et de la force contre-électromotrice de la machine est très faible, de l'ordre de quelques volts, la résistance de l'induit doit être très petite ; par exemple de l'ordre de quelques centièmes d'ohm pour le moteur envisagé ci-dessus. Il est intuitif que si l'on reliait directement au réseau le moteur à l'arrêt, on produirait en somme un court circuit franc, avec une intensité telle que le moteur serait grillé. Pour éviter semblable désagrément, on dispose sur le circuit de l'induit un rhéostat d'une dizaine d'ohms à résistance fractionnée et réglable au moyen d'une manette et de plots. L'intensité étant ainsi limitée à une valeur acceptable, on permet au moteur de prendre progressivement sa vitesse sans incidents. En marche, ce rhéostat de démarrage doit être mis en court-circuit, sans quoi il serait détérioré, n'étant capable de supporter l'intensité normale du moteur que pendant un temps très court.

Si l'on veut faire varier la vitesse c'est à-dire uniquement dans le cas du moteur

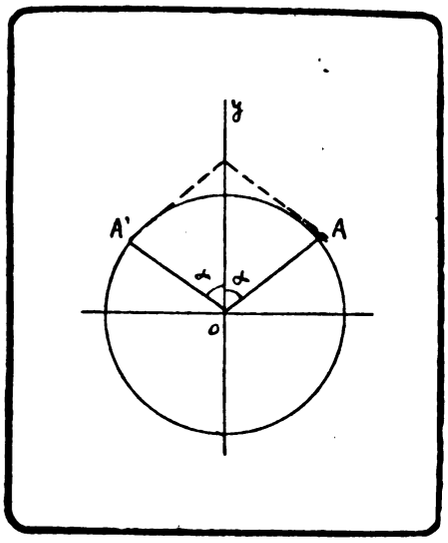


FIG. 4

shunt, on dispose un second rhéostat sur le circuit de l'inducteur. Ce rhéostat, dont la résistance est plus élevée, de l'ordre de 150 ohms, doit être mis en court-circuit au démarrage, de façon à rendre le flux maximum. Pour augmenter la vitesse, il n'y a qu'à augmenter la résistance intercalée dans le circuit inducteur de façon à diminuer le flux. Devant rester constamment en service, ce rhéostat doit être établi de façon à posséder un bon refroidissement, ce qui est facile à réaliser, car les intensités d'excitation ne dépassent pas 5 % du courant total.

Bien entendu pour les moteurs série ou compounds, seul le rhéostat de démarrage est utilisé, la vitesse ne pouvant varier d'une manière continue. Dans le cas des moteurs série en particulier, il peut être désirable d'obtenir deux régimes de vitesses ; on a alors recours à des artifices spéciaux, revenant tous à changer la tension d'alimentation. C'est ce que nous voyons faire journellement dans les tramways où, au démarrage, les moteurs sont unis en série de façon à les alimenter sous une tension égale à la moitié de celle du réseau, puis en parallèle pour la marche à pleine vitesse.

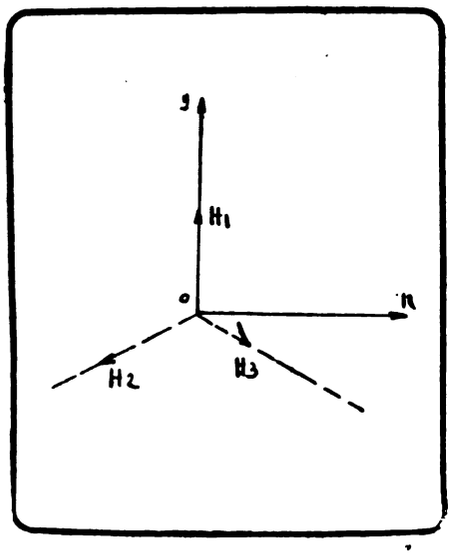


FIG. 5

Une question se pose également à propos du changement de marche. On sait qu'il faut changer le sens des connexions d'un des enroulements inducteur ou induit. Mais lequel ? Bien que le choix soit théoriquement indifférent, pratiquement on a choisi l'induit pour les raisons suivantes : Tout d'abord, pour les moteurs compound, l'inversion des inducteurs nécessiterait un inverseur tétrapolaire, puisqu'il faut changer le sens à la fois de l'enroulement série et de l'enroulement parallèle. Ensuite pour les moteurs shunt, l'inversion de l'excitation donnerait lieu à des phénomènes d'induction très énergiques ainsi qu'une certaine consommation d'énergie dûe à la neutralisation du magnétisme rémanent. A cela on peut encore ajouter une raison d'ordre si l'on peut dire psychologique : on n'est pas tenté d'inverser le sens de rotation sans arrêter le moteur dès qu'on s'aperçoit qu'il démarre dans le mauvais sens — ce qui aurait pour effet de le détériorer.

UITILISATION DES MOTEURS A COURANT CONTINU

Les moteurs série sont presque exclusivement employés pour la traction. Ils ont en effet pour eux l'avantage de démarrages rapides permettant une notable accélération du trafic. Ils ne risquent pas l'emballement, puisque les résistances passives croissent avec la vitesse du véhicule qui détermine leur vitesse de rotation. Enfin ils permettent le freinage par récupération dans les longues descentes sans appareils auxiliaires. Les moteurs shunt et surtout les moteurs compound sont utilisés partout où est nécessaire une vitesse constante ou l'indépendance de plusieurs machines commandées par le même moteur. Le premier cas se présente par exemple, dans les filatures où la moindre variation de vitesse provoquerait la rupture des fils. Le second cas et celui d'un atelier où sont en service intermittent de nombreuses machines-outils. La puissance demandée pouvant varier dans les limites très larges, il est désirable que la vitesse de la transmission ne subisse pas les à-coups provenant de mises en marche ou d'incidents quelconques. D'ailleurs, il est reconnu maintenant qu'au delà d'un certain nombre de machines-outils, il est préférable

Digitized by Google

de recourir à la commande individuelle, mais dans ce cas encore, une vitesse constante est nécessaire, car les conditions de meilleur rendement des outils sont réalisées par une vitesse de coupe bien déterminée, dont, par conséquent, on doit s'écarter le moins possible.

Ayant ainsi indiqué, sommairement, les propriétés des moteurs à courant continu, nous passons maintenant aux moteurs à courant alternatif.

MOTEURS A COURANT ALTERNATIF

De même que la dynamo génératrice est réversible et peut servir de moteur, l'alternateur peut, lui aussi, fonctionner en moteur, mais ce fonctionnement nécessite une excitation continue spéciale, que nous ne trouvions pas en courant continu.

Mais ce n'est pas le seul type de moteur que l'on puisse concevoir ; le courant alternatif, en effet, peut donner lieu a des phénomènes d'induction permettant la suppression d'une source d'alimentation, d'où des moteurs sans contacts glissants, donc d'une grande simplicité et d'une robustesse à toute épreuve

Nous diviserons notre étude en deux parties, suivant que le courant d'alimentation est monophasé ou polyphasé.

COURANT MONOPHASE

Une caractéristique générale de l'emploi des courants alternatifs pour la production de la force motrice est la possibilité d'obtenir des moteurs dont la vitesse est rigoureusement constante et sous la dépendance de la fréquence du courant. De tels moteurs sont dits synchrones. L'exemple le plus simple est fourni par l'alternateur employé comme moteur.

Un alternateur, en effet, est composé d'un ensemble inducteur alimenté par du courant continu et tournant à l'intérieur de l'induit fixe. La fréquence du courant produit est proportionnelle à la vitesse de rotation et au nombre de pôles. Prenons, pour simplifier, un alternateur bipolaire pour obtenir la fréquence 50, il faudra qu'il tourne à 3.000 tours par minute, supposons maintenant que, l'inducteur étant excité et immobile, nous envoyons un courant alternatif de fréquence 50 dans l'induit. Le rotor sera soumis à des attractions et répulsions se succédant avec la fréquence du secteur, si bien que la valeur moyenne du couple moteur est nulle. Le moteur ne démarre donc pas seul. Imprimons-lui, par un moyen quelconque, une vitesse égale à celle qui correspond au synchronisme, c'est-à-dire 3000 tours. On voit que les forces ne changent pas de sens, puisque, au moment où le courant change de sens, le pôle de l'inducteur a changé de signe. Le mouvement de rotation se maintient, on dit que le moteur est accroché. Si, pour une raison ou une autre, la vitesse vient à varier, le couple moteur tombe instantanément à zéro, et le moteur s'arrête. On voit ainsi que les moteurs synchrones sont des appareils sans aucune souplesse de marche : une surcharge imprévue les fait décrocher, à moins qu'ils n'aient été calculés très largement, auquel cas leur utilisation à charge normale est peu économique. Pour cette raison ils ne sont employés que dans quelques cas spéciaux où la charge ne varie guère.

Il en est tout autrement des moteurs asynchrones, dont la vitesse n'a pas besoin de rester rigoureusement constante.

Le plus connu de nos lecteurs est le petit moteur dit «universel», servant à actionner leur phono ou leur aspirateur. C'est tout simplement un moteur série dont l'inducteur et l'induit sont feuilletés pour éviter les pertes par courants de Foucault. Ces moteurs fonctionnent aussi bien sur courant alternatif que sur courant continu, puisque le sens de rotation est indépendant du sens du courant, sous la seule réserve qu'il change de signe en même temps dans l'inducteur et l'induit. Cette condition interdit l'emploi de moteurs shunt, car le coefficient de self-induction de l'inducteur est beaucoup plus grand que celui de l'induit, ce qui introduit un déphasage considérable, nuisant beaucoup au rendement. D'ailleurs, cette solution n'est acceptable que pour de tout petits moteurs.

Les moteurs asynchrones monophasés employés dans l'industrie sont basés sur un principe tout différent. Pour le comprendre il faut avoir recours à quelques explications mathématiques.

Considérons un stator bipolaire alimenté par du courant alternatif : le flux qu'il produit est dirigé suivant une direction fixe, mais change de sens 2 N fois par seconde, N étant la fréquence du courant. Or, un champ de direction fixe, mais variant périodiquement entre deux valeurs maxima égales en valeur absolue, mais de signe contraire, peut être considéré comme résultant de la superposition de deux champs constants en grandeur, mais tournant en sens inverse l'un de l'autre avec des vitesses angulaires $\omega = 2\pi N$. En effet (fig. 4). prenons pour axe des γ la direction du champ. Soient o A et o A′ les vecteurs représentant les champs tournants faisant au même moment des angles égaux α avec o γ. Si o γ correspond à la direction de ces champs au temps $t = o$, on aura

$$\alpha = \omega t$$

soit H la grandeur des vecteurs O A et O A′. La règle de composition des vecteurs donne

$$X = O$$
$$Y = 2 H \omega_s \omega t$$

ce qui démontre notre proposition.

Supposons maintenant que dans ce champ soit placé un induit comportant un bobinage en court-circuit. Par raison de symétrie les deux champs tournants produisent sur lui des actions constamment égales et opposées, ce qui ne lui permet pas de démarrer seul. Supposons que nous lui imprimons une vitesse quelconque dans un sens quelconque. La symétrie est immédiatement rompue ; les champs tournent par rapport à l'induit avec des vitesses angulaires $\omega + \omega$ et $\omega - \omega$, ω_1 étant la vitesse angulaire initiale. Si ces deux vitesses relatives sont assez différentes, le couple C_1 dû à $\omega + \omega$, change de sens un certain nombre de fois pendant que le couple C_2 dû à $\omega - \omega_1$ conserve une valeur de même signe. La valeur moyenne du couple moteur $C = C_2 - C_1$ n'est donc pas nulle, et le moteur prend de la vitesse. A mesure que celle-ci augmente, C_2 augmente tandis que C_1 diminue, ce qui permet le fonctionnement du moteur.

Ce moteur se rapproche du moteur synchrone par son incapacité de démarrer seul. Heureusement le courant alternatif donne le moyen de supprimer le moteur de lancement qui semblait devoir s'imposer.

Supposons, en effet, qu'en plus des pôles inducteurs normaux, nous en disposions d'autres avec un enroulement en fil fin comportant un grand nombre de spires, de façon à présenter un très grand coefficient de self-induction. Si ces deux systèmes d'inducteurs sont branchés en parallèle sur le réseau, les courants qui les traversent seront déphasés en arrière sur la tension d'un angle d'autant plus grand que leurs coefficients de self seront plus grands. On forme ainsi, pour l'excitation, un véritable système de courants déphasés, donnant naissance à un champ tournant qui démarre le moteur. Dès qu'il a pris de la vitesse on court-circuite l'enroulement de démarrage et on n'a plus qu'un moteur asynchrone monophasé. Inutile de dire que cette mise hors-circuit est opérée automatiquement par la manette de mise en marche.

Pour les moteurs de petite puissance, le rotor peut être simplement mis en court-circuit, sans qu'il soit nécessaire de prévoir un collecteur et des balais. Pour les moteurs plus puissants, il est indispensable, pendant le démarrage, de fermer l'induit sur des résistances variables afin

Digitized by Google

d'éviter de le détériorer par des courants trop intenses. Dès que le moteur a pris sa vitesse, les résistances sont court-circuitées. Il existe d'ailleurs des démarreurs automatiques effectuant toutes ces opérations à la simple manœuvre de la manette de mise en marche.

Quoique ces moteurs soient appelés asynchrones, il ne faut pas en déduire que leur vitesse peut varier dans de larges limites ; au contraire, leur vitesse est sensiblement constante quelle que soit la charge. On a l'habitude de caractériser l'allure de ces moteurs par le *glissement relatif* dont on peut donner la définition suivante : si ω est la vitesse angulaire avec laquelle tourne le champ inducteur, ω_1 celle du moteur, le glissement relatif est

$$g = \frac{\omega - \omega_1}{\omega}$$

Dans les moteurs usuels, le glissement est voisin de 5 %.

A vrai dire, ces moteurs asynchrones monophasés ne sont guère employés, car de plus en plus se répand la distribution polyphasée, qui permet de réaliser des appareils encore plus simples.

COURANTS POLYPHASES

Nous n'envisageons que les courants triphasés, car c'est le système de beaucoup le plus employé. Il va de soi que tout ce que nous allons dire s'appliquerait sans modifications à tout autre système polyphasé.

Nous avons signalé un peu plus haut l'existence de champs tournants produits par des bobinages fixes. Nous allons maintenant en démontrer l'existence en toute rigueur.

Considérons (fig. 5) un système de trois enroulements disposés à 120° les uns des autres et parcourus par les trois phases d'une distribution triphasée. Ils donnent naissance à trois vecteurs décalés de 120° et dont les intensités sont

$$\begin{cases} H_1 = A \sin \omega t \\ H_2 = A \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \\ H_3 = A \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \end{cases}$$

Prenons pour axe des γ la direction H_1, et cherchons les composantes sur les axes de la résultante des trois champs. On aura

$$X = H_2 \frac{\sqrt{3}}{2} - H_3 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$Y = H_1 - \frac{H_2}{2} - \frac{H_3}{2}$$

d'où

$$X = A \frac{\sqrt{3}}{2} \left| \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) - \sin \left(\omega + \frac{2\pi}{3}\right) \right|$$

$$Y = A \left[\sin \omega t - \frac{1}{2} \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{1}{2} \sin \left(\omega_1 + \frac{2\pi}{3}\right) \right]$$

d'où enfin

$$X = -\frac{3A}{2} \cos \omega t$$

$$Y = \frac{3A}{2} \sin \omega t$$

On reconnait là les équations d'un vecteur de grandeur $\frac{3A}{2}$ tournant avec la vitesse angulaire ω dans le sens de la flèche.

Supposons maintenant que dans ce champ tournant nous introduisions un ensemble de conducteurs tous réunis entre eux, par exemple, un induit du type bien connu de la cage d'écureuil. Le champ ayant un mouvement relatif par rapport aux conducteurs y fait naître des courants induits de forte intensité, puisque l'ensemble est en court-circuit. Ces courants, à leur tour, réagissent sur le champ qui leur a donné naissance pour produire une force dirigée comme l'indique la loi de Laplace. Il n'y a d'ailleurs pas besoin de se livrer à des raisonnements compliqués pour prédire dans quel sens s'effectuera la rotation : il n'y a qu'à généraliser, d'une manière qui semblera peut-être un peu hardie, le principe du déplacement de l'équilibre pour voir que la rotation s'effectuera dans le sens de celle du champ. Cette explication que nous n'avons encore rencontrée nulle part, ne satisfera peut être pas les théoriciens purs, mais ils seront forcés de reconnaître qu'elle est en accord avec toutes les lois de l'électrotechnique, en particulier avec la loi de Lenz et la règle de Maxwell (ou des trois doigts).

Il est facile de voir comment varie la vitesse. Au début le déplacement relatif du champ par rapport aux conducteurs est très rapide, les courants induits sont donc très intenses, et le couple de démarrage est énergique. La vitesse augmentant ces courants deviennent moins intenses, et il arrive un moment où le couple moteur compense exactement le couple résistant. A ce moment la vitesse du moteur est encore inférieure à celle qui correspondrait au synchronisme, même si le moteur tourne à vide. On peut définir comme précédemment un glissement relatif, qui ne varie pas beaucoup avec la charge. Il faut bien se pénétrer de l'idée que ce glissement est indispensable à la marche du moteur ; si, en effet, par un artifice quelconque on réalisait un glissement nul, les courants induits seraient nuls également et nul aussi le couple moteur. Ces moteurs ne peuvent donc pas tourner à la vitesse de synchronisme, mais à une vitesse un peu inférieure.

Les induits en cage d'écureuil ne sont employés que pour les petites machines jusqu'à 5 kilowatts par exemple. Au delà, il faut utiliser des induits bobinés comprenant trois enroulements triphasés montés en étoile, dont les trois extrémités libres aboutissent à trois bagues isolées sur lesquelles frottent trois balais. Pour le démarrage on intercale des résistances décroissantes, puis, quand le moteur a pris sa vitesse, on met les bagues en court-circuit. Ce sont toujours les précautions que l'on prend lors du démarrage de gros moteurs, et qui sont *indispensables*.

UTILISATION de ces MOTEURS

Les moteurs synchrones ne sont que très rarement employés comme moteurs proprement dits. Leur principal inconvénient est la nécessité d'un moteur auxiliaire de lancement, compliquant beaucoup l'installation. Toutefois, dans les circonstances particulières où ils doivent être utilisés, on emploie de préférence des moteurs asynchrones synchronisés. La forme sous laquelle on les rencontre le plus souvent est celle des commutatrices, qui comprennent en somme un moteur synchrone et une dynamo réunies dans la même machine.

Les moteurs asynchrones au contraire, sont d'un emploi constant, à cause de leur robustesse et de leur souplesse. On en rencontre dans les ateliers, dans les usines et même sur de grosses locomotives électriques. Dans ce dernier cas, l'expérience a montré qu'il était préférable de les alimenter, non plus avec un courant de fréquence 50, mais avec une fréquence beaucoup plus basse, qui a été fixée à 16 2/3. Ceci conduit naturellement à une complication de l'installation, mais, pour les grandes distances, cette distribution présente des avantages très nets sur le continu.

Jean Barré

Digitized by Google

Les mesures de perméabilité

par J. GRANIER, ingénieur E. S. E.

Sans doute nous entrons ici dans un domaine qui sort un peu de celui de l'amateur. Mais il est bon de temps à autre de jeter un coup d'œil sur les problèmes qui se posent à l'industriel.

Le fer a reçu de nombreuses applications mécaniques ; il se trouve bien peu de métaux pouvant lui disputer cette souveraineté.

En Electricité, de même, il occupe une place prépondérante par suite de ses propriétés magnétiques très particulières. Noyau de transformateur, palette d'un relai à électro-aimant, membrane de haut-parleur, c'est grâce à elles qu'il nous intéresse.

Il nous a donc semblé intéressant de présenter au lecteur une synthèse des moyens permettant de préciser les caractéristiques magnétiques d'un fer quelconque.

A première vue, un morceau de fer ressemble à un autre, extérieurement tout au moins. Et pourtant, quelles différences peuvent présenter au point de vue magnétique deux échantillons différents ! Seul un essai de perméabilité effectué au préalable peut nous éviter, lorsque nous mettons en service les transformateurs que nous venons de construire, des surprises désagréables.

L'étude d'un morceau de fer au point de vue magnétique est extrêmement compliquée ; ses propriétés dépendent en effet, non seulement du champ magnétique dans lequel il est actuellement placé, mais encore de tous les états antérieurs par lesquels il a passé. Elles sont différentes suivant la teneur en carbone, suivant que le métal a été trempé ou recuit; elles peuvent être modifiées par des chocs et bien d'autres phénomènes encore.

Lorsqu'on élève la température, les propriétés magnétiques du fer se modifient profondément et aux environs de 775°, brusquement, toute trace de magnétisme disparaît. Il est facile de le vérifier en chauffant au rouge blanc dans le voisinage d'un aimant un morceau de fer quelconque, clou ou boulon. Celui-ci, qui est indifférent à haute température à l'action de l'aimant est brutalement attiré lorsqu'on enlève le réchaud.

Pour étudier la perméabilité d'un échantillon, il suffit en principe de le soumettre à l'action d'un champ magnétique H et de mesurer l'induction B. Le rapport $\frac{B}{H}$ est la perméabilité γ. Mais cette étude n'a évidemment de sens que si l'on précise par quels états antérieurs a passé l'échantillon de fer utilisé ; aussi est-il avantageux, chaque fois qu'on le peut, de partir d'un échantillon magnétiquement vierge, résultat qu'il est facile d'obtenir en élevant la température au rouge blanc, puis en refroidissant suivant une loi fixée à l'avance pour se trouver dans les conditions de trempe convenables.

Lorsque, pour un fer ainsi traité, pour un fer magnétiquement neuf, on trace la courbe $B = f(H)$, on trouve un résultat analogue à celui qu'indique la figure 1.

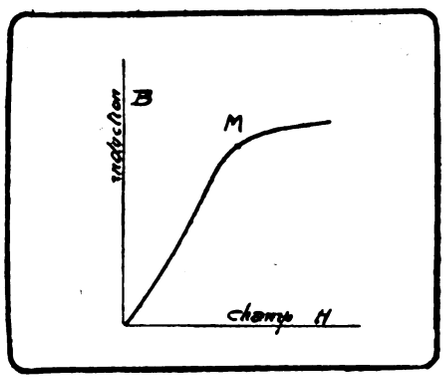


FIG. 1

L'induction est toujours une fonction croissante du champ, mais la perméabilité est loin d'être une constante. Moyennement élevée au début, elle passe par un maximum pour un champ dont la valeur est 2 ou 3 gauss pour le fer, d'une cinquantaine de gauss pour l'acier trempé, et enfin elle ne croît plus que très lentement pour les champs très intenses.

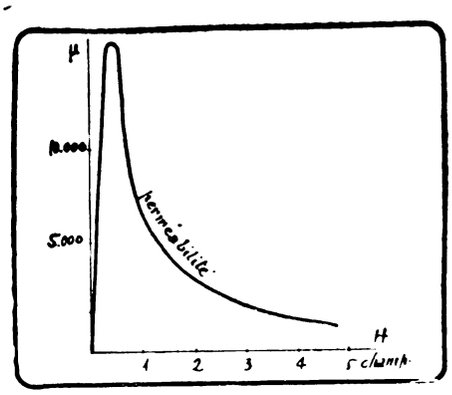


FIG. 2

Pratiquement le fer est saturé pour une induction de 20.000 gauss, l'acier trempé pour 17.000. Aussi convient-il, dans les dynamos, pour obtenir une aimantation aussi intense que possible sans gaspiller un nombre trop considérable d'ampèretours de se placer au voisinage du point M correspondant à une quinzaine de mille gauss ; si l'on se plaçait plus haut, la dépense de courant excitateur serait exagérée ; si, au contraire, on se plaçait plus bas, la matière serait insuffisamment utilisée.

La figure 2 représente en fonction du champ excitateur la valeur de la perméabilité γ pour un fer très doux. Cette perméabilité part d'une valeur initiale voisine de 300 pour atteindre rapidement 15.000 dans un champ de 0.5 gauss et retomber au-dessous de 100 dans un champ de 20 gauss. Pour un acier, ces valeurs seraient considérablement réduites, tout au moins pendant la période initiale ; pour certains alliages de nickel, au contraire, elles seraient exagérées. Pour le « permalloy », par exemple, qui est utilisé pour augmenter la self des câbles sous-marins, la perméabilité atteint 90.000 dans un champ de 5 centièmes de gauss, tandis que la saturation est déjà pratiquement obtenue dans des champs du même ordre de grandeur que le champ terrestre.

Lorsque, au lieu d'employer du fer préalablement recuit on prend un morceau de fer quelconque pour faire l'expérience précédente, les phénomènes sont beaucoup plus compliqués car l'état magnétique du barreau étudié dépend non seulement du champ actuel mais de tous les champs auxquels il a été antérieurement soumis. Si après avoir aimanté un échantillon de fer en le plaçant dans un solénoïde puis en envoyant dans celui-ci un courant constamment croissant on fait décroître progressivement le champ, on constate que

Digitized by Google

l'aimantation diminue mais que pour chaque valeur du champ elle conserve une valeur supérieure à celle qu'elle avait au cours de la première aimantation. C'est en cela que consiste le phénomène de l' « hystérésis ». L'étude de ce phénomène est extrêmement compliquée dans le cas général et serait d'ailleurs un peu inutile, car en pratique, dans les dynamos, les alternateurs et les transformateurs, cette étude est grandement simplifiée par ce fait que le champ magnétisant varie sinusoïdalement entre deux limites symétriques — H et + H ; dans ces conditions, au bout d'un certain temps, le phénomène présente une allure définitive et peut être représenté par un cycle fermé.

Pour tracer ce cycle, on commence par faire osciller un grand nombre de fois le champ magnétisant entre deux valeurs opposées — H et + H pour stabiliser le phénomène, puis en agissant toujours dans le même sens et sans jamais revenir en arrière, on fait passer progressivement le champ de — H à + H puis de + H à — H. Pendant ce temps, l'induction oscille entre deux valeurs extrêmes — B et + B et si l'on porte en abcisses les valeurs du champ, en ordonnées celles de l'induction, on obtient une courbe fermée analogue à celle de la figure 3.

Sur cette figure on voit que lorsque le champ, après avoir atteint la valeur H est redevenu nul, l'induction conserve encore une valeur notable OA ; c'est « l'induction remanente ». Pour faire disparaître cette induction, il faut produire en sens inverse du champ primitif un champ OB ; c'est le champ « coercitif ».

La trempe et le travail aux machines outils augmentent dans une notable proportion le champ coercitif des matériaux magnétiques ; le recuit le diminue au contraire et réduit la surface du cycle d'hystérésis. Pour les tôles constituant les transformateurs ou les enduits de dynamos et qui doivent être soumis à des champs alternatifs, on a donc le plus grand intérêt à employer du fer doux recuit ; pour la constitution des aimants, les aciers trempés durs sont au contraire bien préférables. Pour du fer très doux bien recuit, le champ coercitif peut descendre au-dessous de 0.5 gauss ; pour des aciers au cobalt, il peut au contraire atteindre 100 ou 200 gauss, ce qui donne aux aimants permanents ainsi constitués une stabilité exceptionnelle.

Une des conséquences du phénomène d'hystérésis c'est qu'un morceau de fer ou d'acier soumis à un champ magnétique alternatif est le siège d'une perte d'énergie plus ou moins intense qui se traduit par un échauffement.

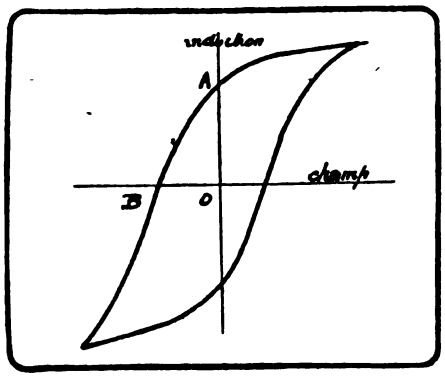


FIG. 3

Considérons, par exemple, un anneau d'acier sur lequel on a régulièrement bobiné un enroulement magnétisant et faisons parcourir celui-ci par un courant variable.

Désignons par u la différence de potentiel électrique aux bornes de cet enroulement, par R sa résistance, et par i l'intensité qui le traverse. Appelons n le nombre de spires, S la section du tore, l la longueur de la ligne de force moyenne, H le champ et B l'induction. Nous pouvons appliquer la loi d'Ohm en tenant compte des forces électromotrices d'induction qui sont pour chaque spire :

$S \frac{dB}{dt}$ et nous obtenons :

$$u = R\,i + n\,S\,\frac{dB}{dt}$$

Pendant un intervalle de temps infiniment petit dt nous avons, en multipliant par la quantité idt :

$$u\,i\,dt = R\,i^2\,dt + n\,i\,S\,dB$$

Faisons apparaître dans cette expression la valeur du champ et le volume V du tore. Nous avons :

$$H = \frac{4\,\pi\,n\,i}{l} \quad \text{d'où} \quad n\,i = \frac{H\,l}{4\,\pi}$$

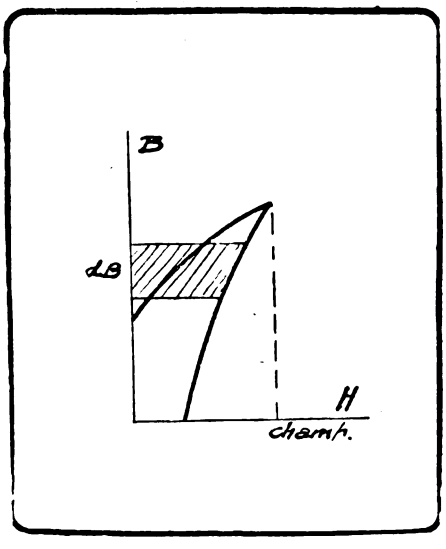


FIG. 4

et $V = l \times S$

d'où finalement :

$$u\,i\,dt = R\,i^2\,dt + \frac{V}{4\,\pi}\,H\,dB$$

Si nous intégrons, nous avons

$$\int u\,i\,dt = \int R\,i^2\,dt + \frac{V}{4\,\pi}\int H dB$$

ce qui nous montre que l'énergie fournie par la source d'énergie pendant le temps t $\int u\,i\,dt$ s'est transformée en partie en effet Joule $\int R\,i^2\,dt$, en partie en énergie potentielle

$$\frac{V}{4\,\pi}\int H\,dB.$$

Cette dernière représente un certain travail qu'il a fallu fournir pour aimanter le circuit magnétique; elle s'est emmagasinée pendant l'aimantation et c'est elle qui apparaîtrait sous forme d'étincelle de rupture si on coupait brusquement le circuit.

Portons en abcisses (fig. 4) le champ magnétisant et en ordonnées l'induction correspondante. La surface comprise entre une des branches de la courbe, l'axe des ordonnées et deux parallèles à l'axe des abscisses a pour valeur:

$$S = \int H\,dB$$

Lorsque le champ oscille périodiquement entre deux valeurs fixes de manière à faire parcourir au point figuratif le cycle entier, l'intégrale $\int H\,dB$ devient égale à l'aire du cycle. La différence entre la quantité d'énergie potentielle absorbée lors d'une aimantation et la quantité restituée lors de la désaimantation se retrouve sous forme de chaleur et sa valeur par centimètre cube est donc précisément égale à la surface du cycle multipliée par le facteur $\frac{1}{4\,\pi}$

Pour construire un cycle d'hystérésis, il faut porter en abscisses la valeur du champ. Or, dans la plupart des cas celle-ci est difficile à connaître par suite de l'existence d'un champ démagnétisant.

C'est qu'en effet, lorsqu'on introduit dans un solénoïde un morceau de fer, il apparaît à ses extrémités des masses magnétiques N et S qui créent dans l'espace un certain champ. Ce champ est, à l'intérieur du fer de signe contraire à celui du champ primitif; il est donc démagnétisant. Le champ H que l'on doit porter en abscisse est donc la différence entre le champ primitif et le champ démagnéti-

Digitized by Google

sant qui vient d'apparaître et ne peut donc être connu avec précision que si ce dernier est lui-même évalué avec une approximation suffisante, ce qui n'est pas le cas général. Pour éliminer l'influence de ce champ démagnétisant, il faut absolument supprimer l'action des pôles N et S soit en les éloignant beaucoup (barreau très long) soit en les empêchant de se former (éprouvette mise sous forme de tore). Nous allons voir comment il faut opérer dans chacun de ces cas.

Lorsque l'échantillon à étudier est mis sous forme cylindrique on le place dans un sélénoïde S; pour que le champ démagnétisant soit négligeable, il faut que la longueur du barreau soit considérablement plus grande que son diamètre, et d'autre part pour que le champ magnétisant puisse être calculé sans corrections, il faut également que le solénoïde soit très long (fig. 5).

L'échantillon étant placé verticalement, on fait agir un de ses pôles sur une petite aiguille aimantée A, mobile dans un plan horizontal passant par ce pôle. Si l'on désigne par B l'induction, la masse magnétique M que possède le pôle est d'après le théorème de gauss:

$$M = \frac{B\,S}{4\,\pi}$$

L'aiguille aimantée étant à une distance d de ce pôle est soumise à un champ égal à

$$h = \frac{M}{d_2} = \frac{B\,S}{4\,\pi\,d^2}$$

Le champ magnétique terrestre ayant une composante horizontale égale à h', l'aiguille tournera d'un angle α tel que:

$$tg\,\alpha = \frac{h}{h'}$$

de sorte que l'on a finalement:

$$B = \frac{4\,h'\,tg\,\alpha\,\pi\,d^2}{S}$$

Quant au champ magnétisant, il a pour valeur :

$$H = \frac{4\,\pi\,n\,i}{l}$$

et l'on a tout ce qu'il faut pour calculer

$$\mu = \frac{B}{H}$$

Naturellement, pour éliminer l'influence du champ créé par le solénoïde, on place dans le voisinage de l'aiguille aimantée quelques spires supplémentaires S′ convenablement disposées; l'action du deuxième pôle d'aimant est négligeable si le barreau de fer étudié est suffisamment long.

Lorsqu'on donne à l'échantillon de fer à étudier la forme d'un tore, les mesures soit plus correctes car le champ démagnétisant est rigoureusement nul; par contre, puisqu'il n'existe plus de pôles, la méthode précédente ne peut plus être

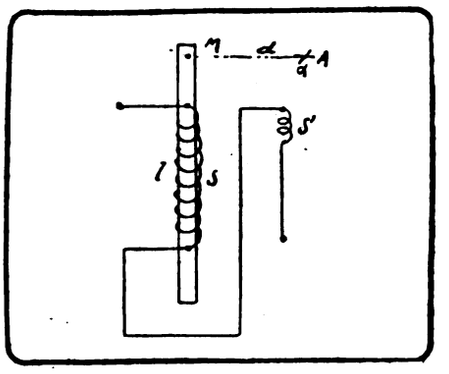


FIG. 5

employée et l'on est obligé d'avoir recours aux phénomènes d'induction.

On réalisera alors le montage suivant (fig. 6).

Sur le tore sont enroulés deux circuits, l'un à gros fil qui comprend n spires bien régulièrement bobinées et dans lequel on envoie le courant magnétisant, l'autre à fil fin de n spires et réuni à un galvanomètre balistique B. Sur l'enroulement à gros fil, on dispose un rhéostat D, un ampèremètre A et un inverseur E; sur l'autre on dispose une résistance R qui servira pour l'étalonnage.

Désignons par r la résistance totale du circuit parcouru par les courants induits (bobine à fil fin, résistance R et balistique), par I le courant magnétisant, par l la longueur développée du tore, par S la section, par H le champ et par B l'induction.

Pour déterminer la perméabilité qui correspond à la valeur déterminée I du courant magnétisant, on agit d'abord sur le rhéostat D pour amener l'ampèremètre A à indiquer cette valeur, puis on inverse plusieurs fois le courant de manière à donner au cycle sa forme définitive. Au moment de la dernière inversion, on lit l'élongation α du balistique, et de la valeur de celle-ci on déduit l'induction maxima B.

La quantité d'électricité qui a traversé le balistique est en effet:

$$Q = \frac{n\,S\,2\,B}{r} = k\,\alpha$$

puisque dans les n spires du circuit induit dont la résistance est r, le flux est passé de la valeur $-\,B\,S$ à $+\,B\,S$.

Pour déterminer le coefficient k qui est rarement connu, la meilleure méthode consiste à décharger aux bornes de la résistance supplémentaire R un condensateur de capacité C chargé avec une pile de tension U; on obtient alors une nouvelle élongation α' donnée par la relation:

$$Q' = C\,U\,\frac{R}{r} = k\,\alpha'$$

On en déduit:

$$B = \frac{C\,U\,R\,\alpha}{2\,n\,S\,\alpha'}$$

Voici pour la valeur de l'induction. Quant à celle du champ, on l'a immédiatement:

$$H = 4\,\pi\,\frac{N\,I}{l}$$

de sorte que la perméabilité a pour valeur en unités cgs:

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{C\,U\,R\,l\,\alpha}{8\,\pi\,n\,N\,S\,I\,\alpha'}$$

Si l'on exprime R, C, U et I en unités pratiques, il faut pour avoir μ multiplier cette expression par 10^9.

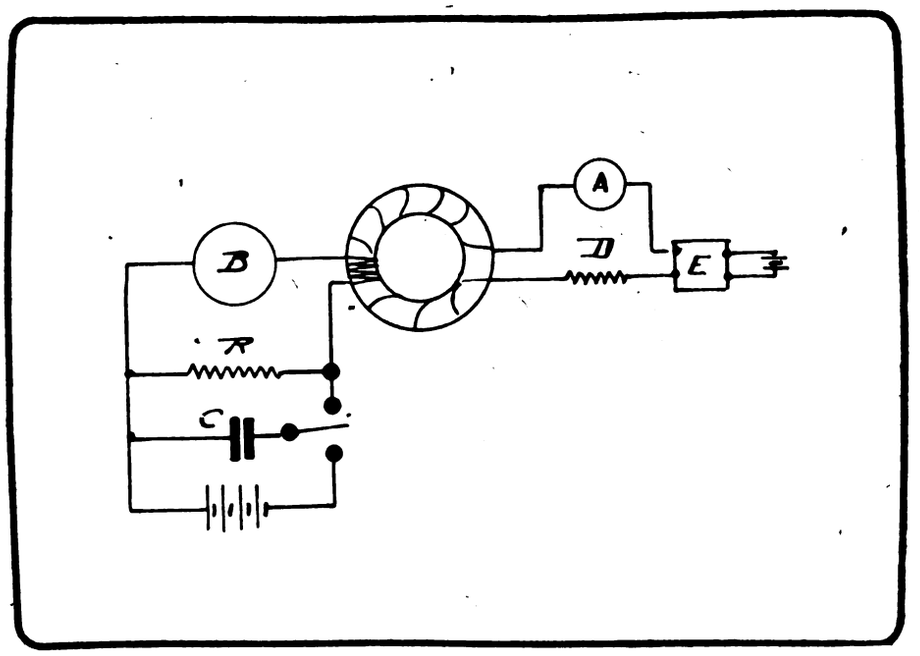


FIG. 6

Digitized by Google

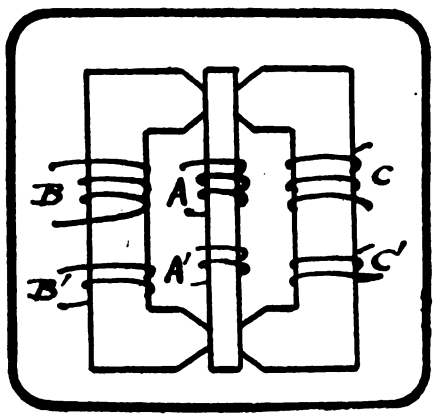


FIG. 7

Lorsqu'on ne possède pas de galvanomètre balistique, on peut encore utiliser des échantillons mis sous forme de tore, mais à condition de disposer de courant alternatif.

Alimentons en effet un tore muni d'un enroulement de N spires par du courant alternatif de fréquence *f*. Désignons par U *eff*, I *eff* et W les indications d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'un wattmètre convenablement disposés dans le circuit ; soient la section *r* la résistance de l'enroulement, S et *l* du tore et la longueur de la circonférence moyenne, H et B les valeurs maxima du champ et de l'induction.

Cette induction maxima se calcule aisément en écrivant qu'elle est capable de produire une *f.e.m* d'induction sensiblement égale à la tension du réseau. Sa valeur est donnée par la relation:

$$2\pi f \times B N S = U_{eff}\sqrt{2} \cdot 10^8$$

Le champ maximum est donné par l'expression:

$$H = 1{,}25 \frac{N I_{eff}\sqrt{2}}{l}$$

et il suffit de faire le rapport pour avoir la perméabilité.

On peut d'ailleurs connaître immédiatement la perte par hystérésis; il suffit pour cela de retrancher de la perte totale W la perte par effet Joule $r I^2_{eff}$.

Il est souvent difficile de se procurer des échantillons sous forme de tore; le plus souvent on a affaire à des tôles relativement minces et longues; on les assemble alors à la manière des circuits magnétiques de transformateurs, en ayant bien soin de sandwicher les différentes tôles aux joints et de les presser fortement les unes contre les autres. On poura alors employer la méthode précédente, en courant alternatif.

Mais si l'on veut étudier une barre de fer massive, non feuilletée, l'emploi de courant alternatif devient impossible à cause des courants de Foucault, il faut donc opérer en courant continu, de préférence par la deuxième méthode car l'échantillon est rarement assez long pour que le champ démagnétisant soit négligeable; on en est donc réduit à fermer le circuit magnétique au moyen d'une culasse de forte section ; les appareils qui utilisent cette manière de procéder sont des « perméamètres ».

Tous les anciens perméamètres avaient un grave défaut : les ampèretours fournis par la bobine excitatrice étaient absorbés non seulement par l'échantillon à étudier, mais encore par la culasse, et surtout par les joints. Or, un joint de 3 centièmes de millimètre seulement est équivalent à une longueur de fer de 5 à 6 centimètres et peut apporter dans le résultat une erreur de 20 à 25 % pour un barreau de 20 cm de long; les résultats obtenus dépendent donc essentiellement du soin apporté à l'ajustage des échantillons et de l'habileté de l'opérateur.

Les perméamètres de modèle récent ne possèdent pas ces inconvénients et bien qu'on puisse leur faire quelques reproches

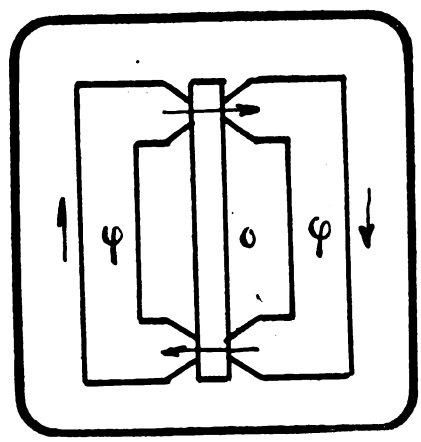


FIG. 8

théoriques, l'expérience montre que des déterminations successives faites sur le même échantillon sont bien concordantes et indépendantes de l'opérateur. Voici par exemple quel est le principe du perméamètre Picou :

L'échantillon, entouré de la bobine A est serré entre deux culasses identiques ; deux enroulements B et C disposés en série reçoivent le courant magnétisant.

1°) Tout d'abord on n'envoie dans la bobine A aucun courant, tandis que l'on envoie un courant convenable dans B et C dont les connexions sont telles que leurs actions sur les culasses soient concordantes. Dans ces conditions (fig. 7) la somme des ampèretours de B et de C fait

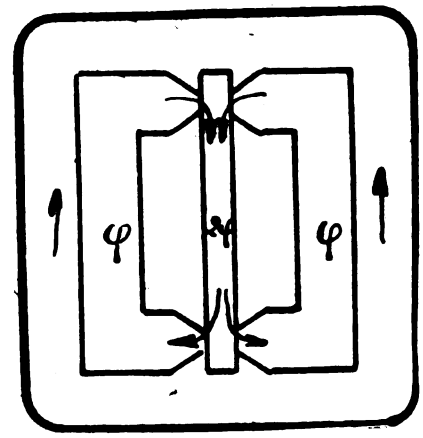
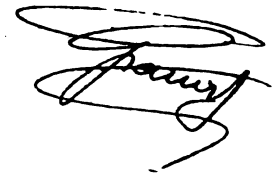


FIG. 9

circuler dans le circuit magnétique constitué par les deux culasses et les quatre joints en série un certain flux φ ; on repère ce flux φ au moyen de bobines auxiliaires B′ et C′ et d'un balistique. Il est à remarquer que par symétrie, chaque culasse et ses deux joints absorbent entièrement les ampèretours produits par l'enroulement correspondant; aucun flux ne traverse dons l'échantillon étudié (fig. 8).

2°) Cette première opération terminée, on inverse le courant dans un des enroulements B ou C. Les ampèretours inducteurs sont maintenant en opposition et le circuit magnétique se ferme par l'échantillon étudié. Le flux dans les culasses est évidemment plus faible que tout à l'heure; on le renforce et on le ramène à sa valeur primitive φ en envoyant dans la bobine A un courant de sens convenable (fig. 9).

Dans ces conditions, l'ensemble formé par une culasse et ses deux joints absorbe le même nombre d'ampèretours que dans la première expérience, de sorte que le flux φ dans l'échantillon est maintenant uniquement entretenu par les ampèretours de la bobine A qui l'entoure. Il suffit de mesurer le courant qui la traverse, le nombre de ses spires, la longueur et la section de l'échantillon pour pouvoir calculer la valeur du champ magnétisant H sans avoir besoin de connaître la réluctance des joints ni celle des culasses. Pour déterminer le flux 2φ dans l'éprouvette, on inverse à la fois tous les courants et l'on observe l'élongation d'un balistique relié à une bobine auxiliaire A′ portée par l'échantillon.



Digitized by Google

La détection par caractéristique plaque

par A. TAILLIEZ

NOTE COMPLÉMENTAIRE

Longtemps lorqu'on parlait de lampe détectrice il était toujours sous-entendu par utilisation de la courbure de la caractéristique de grille et avec un condensateur shunté.

Avec les nouvelles lampes qui, sorties depuis un an ou deux, ont marqué une évolution importante de cette branche, il n'en est plus de même. Il s'en faut pourtant que ceci soit entré dans les cerveaux des usagers : rares sont ceux qui acceptent d'essayer.

Le lecteur trouvera ci-dessous un exposé complet de la question ainsi qu'un aperçu des données de réalisation.

Les avantages sont trop importants pour qu'on continue à ignorer un tel système.

En étudiant les avantages et les inconvénients de la détection par caractéristique plaque nous avons signalé l'intérêt que pouvait présenter sur un récepteur, la possibilité de détecter à volonté par caractéristique grille ou par caractéristique plaque.

Voici, à titre d'exemple, la disposition pratique que nous avons adoptée pour nos essais personnels (fig. 1).

Le principe en est très simple.

Nous disposons deux lampes, de telle sorte que le filament de l'une s'éteint quand on allume l'autre.

Les grilles des deux lampes se trouvent perpétuellement reliées au circuit d'attaque, le secondaire du dernier transfo dans le cas d'un changeur de fréquence.

De même les plaques se trouvent toutes deux réunies au transformateur BF qui fait suite.

Le retour du secondaire du transformateur MF se fait sur une pile de polarisation, elle-même reliée à un potentiomètre en parallèle avec les filaments, mais qui n'est pas indispensable. (La pile doit alors être reliée au — 4, évidemment).

Le circuit de grille étant ainsi maintenu à un potentiel négatif, il est indispensable de placer directement entre + 4 et grille la résistance de fuite de la dédectrice par caractéristique grille.

Un simple commutateur bipolaire pourrait suffire à passer d'un mode de détection à l'autre, et tel quel le système fonctionnerait déjà très bien. Il est cependant préférable de le perfectionner encore.

On sait que dans le cas de la détection

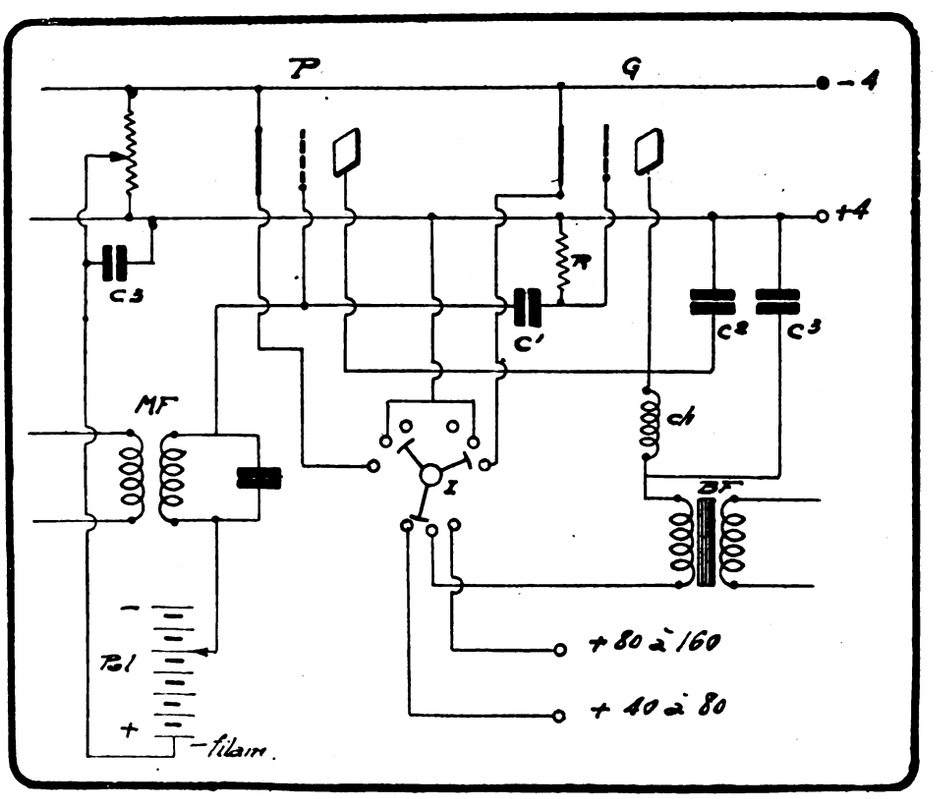


FIG. 1

Digitized by Google

par caractéristique grille, il est avantageux d'utiliser une tension de plaque assez faible non seulement pour éviter une consommation excessive de courant et une saturation fâcheuse du transformateur BF, mais aussi pour garder une sensibilité suffisante sur les plus faibles signaux.

Dans le cas de la détection plaque au contraire, la faible intensité du courant plaque et le principe même du procédé autorisent et même exigent des potentiels élevés.

Nous avons donc intérêt à disposer de deux tensions différentes suivant l'un ou l'autre cas: une tension faible (40 à 80 volts) pour la détection par caractéristique grille et une tension élevée (80 à 160 volts) pour la détection par caractéristique plaque.

C'est la troisième branche d'un commutateur tripolaire à 2 directions qui nous permettra de passer automatiquement d'une tension à l'autre.

Cette disposition est illustrée par la figure 1.

Une autre précaution nous semble utile à prendre dans le cas de la détection plaque. Nous avons vu que la stabilité de l'ampli précédant le détecteur se trouvait complètement modifiée, spécialement dans le cas des changeurs de fréquence, qu'il y avait une tendance très marquée à l'accrochage et un manque de réversibilité accusé de l'organe de contrôle d'amplification (potentiomètre).

Cette instabilité tient plus particulièrement à deux raisons.

Tout d'abord le secondaire du dernier transfo MF ou HF n'est plus amorti par l'espace filament grille, celle-ci étant négative.

En second lieu la détectrice par caractéristique plaque conserve presque intégralement sa fonction d'amplificatrice (MF ou HF), des oscillations énergiques à haute fréquence tendent donc à parcourir le transformateur BF, et bloqués par sa self importante agissent en rétroaction sur les étages précédents.

A peu de chose près, les conditions d'accrochage de l'ampli se trouvent accrues, dans le cas de la détection plaque, comme si l'on avait ajouté un étage de plus.

On pourrait agir sur la première cause de ce phénomène en amortissant artificiellement le secondaire du dernier transfo HF ou MF, par exemple avec une résistance. Nous n'insisterons pas sur ce ridicule gaspillage d'énergie.

Nous préférerons nous contenter de limiter les inconvénients de la deuxième cause en filtrant efficacement le courant de plaque.

Nous utiliserons pour cela une classique bobine de choc (1) — de préférence à résonance assez accusée sur la fréquence d'amplification, dans le cas des changeurs — et nous disposerons deux condensateurs fixes entre ses extrémités et le circuit des filaments par exemple 6/1000e côté plaque et 2 à 6/1000e côté transformateur.

Notons que la valeur exacte de cette dernière capacité est impossible à déterminer par avance, elle dépend trop des caractéristiques du transfo employé. A ce propos les constructeurs d'éléments BF, qui rivalisent dans la présentation de magnifiques courbes rectilignes relevées dans leurs laboratoires, seraient bien inspirés s'ils acceptaient de nous montrer aussi les déformations que subit en service ladite

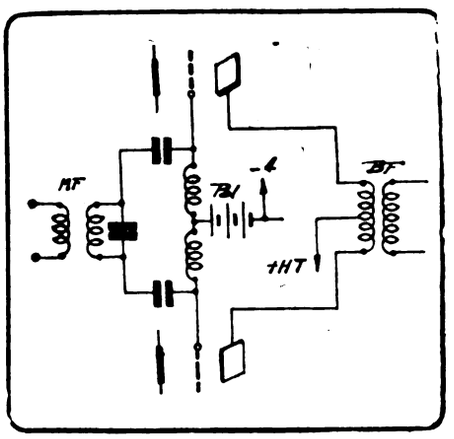


FIG. 2

courbe, suivant les capacités mises en parallèle avec le primaire, comme avec le secondaire. On néglige trop souvent la capacité filament-grille.

Pour en revenir à notre filtre, notons que trop souvent cette adjonction n'apporte pas les améliorations qu'on en attendait. Cela provient sans doute du champ de la bobine qui n'est pas nul. Le seul remède et qui est efficace, consiste à blinder sérieusement le système self et capacités. Un boîtier de laiton ou d'aluminium, fermé de toutes parts et contenant le tout, apportera la solution. Il devra être réuni à la masse et ses dimensions seront telles que la bobine étouffoir ne soit pas à moins d'un centimètre de l'une de ses faces.

(1) Il serait plus correct de dire bobine étouffoir pour traduire l'anglais « shoke ».

Pour compléter ces précautions, il est indispensable de prévoir une très courte distance entre les deux broches de plaque et le boîtier de filtrage.

Remarquons, en terminant que la détection par caractéristique plaque s'accommode assez volontiers d'une amplification BF par trigrille, moyennant certaines précautions.

Les pentodes, en effet, qui sont avant tout sensibles, présentent une caractéristique d'amplification curviligne. Elles tendent à favoriser les sons faibles et aigus, au détriment des notes graves et puissantes ; c'est sensiblement le contraire d'une détectrice par plaque qui exalte les basses et les fortissimo. On peut donc attendre de leur mariage une certaine compensation.

Cependant il faut tenir compte que les trigrilles ne peuvent tolérer qu'une puissance assez faible, beaucoup plus faible que ne pourrait le faire supposer leur polarisation de grille, or la détection plaque correspond par définition à des oscillations énergiques. Il sera donc indispensable de réduire celles-ci à une juste valeur par une résistance en parallèle sur le secondaire du transformateur BF.

Il est indiqué de monter deux pentodes en parallèle ou en push-pull. On peut enfin prévoir une trigrille à grande puissance, pour tension plaque de 300 volts.

Le choix de la lampe détectrice par caractéristique plaque a une importance marquée. Dans le cas de la détection par caractéristique grille, on préconise en général des lampes ayant une résistance interne de 7.500 ohms et un coefficient de 9 à 15. Pour la détection plaque qui est en définitive toujours une détection de puissance, il vaut mieux utiliser des modèles plus importants, présentant une résistance et un coefficient moyens. De tous les échantillons utilisés nous avons retenu les lampes dites « 1re BF de puissance », présentant une résistance interne de 4.500 ohms, une pente de 2 et un coefficient de 9.

Les trigrilles BF qui possèdent un coefficient très élevé pour un courant plaque assez important, se révèlent comme d'excellentes détectrices. Avec une tension plaque de 150 v. elles permettent d'attaquer directement sans BF, dans la plupart des cas, un haut-parleur assez sensible.

L'examen théorique de la question tendrait à faire croire que l'on doit polariser énergiquement, pour se tenir à la partie médiane du coude plaque. C'est là une exagération dans laquelle tombent

Digitized by Google

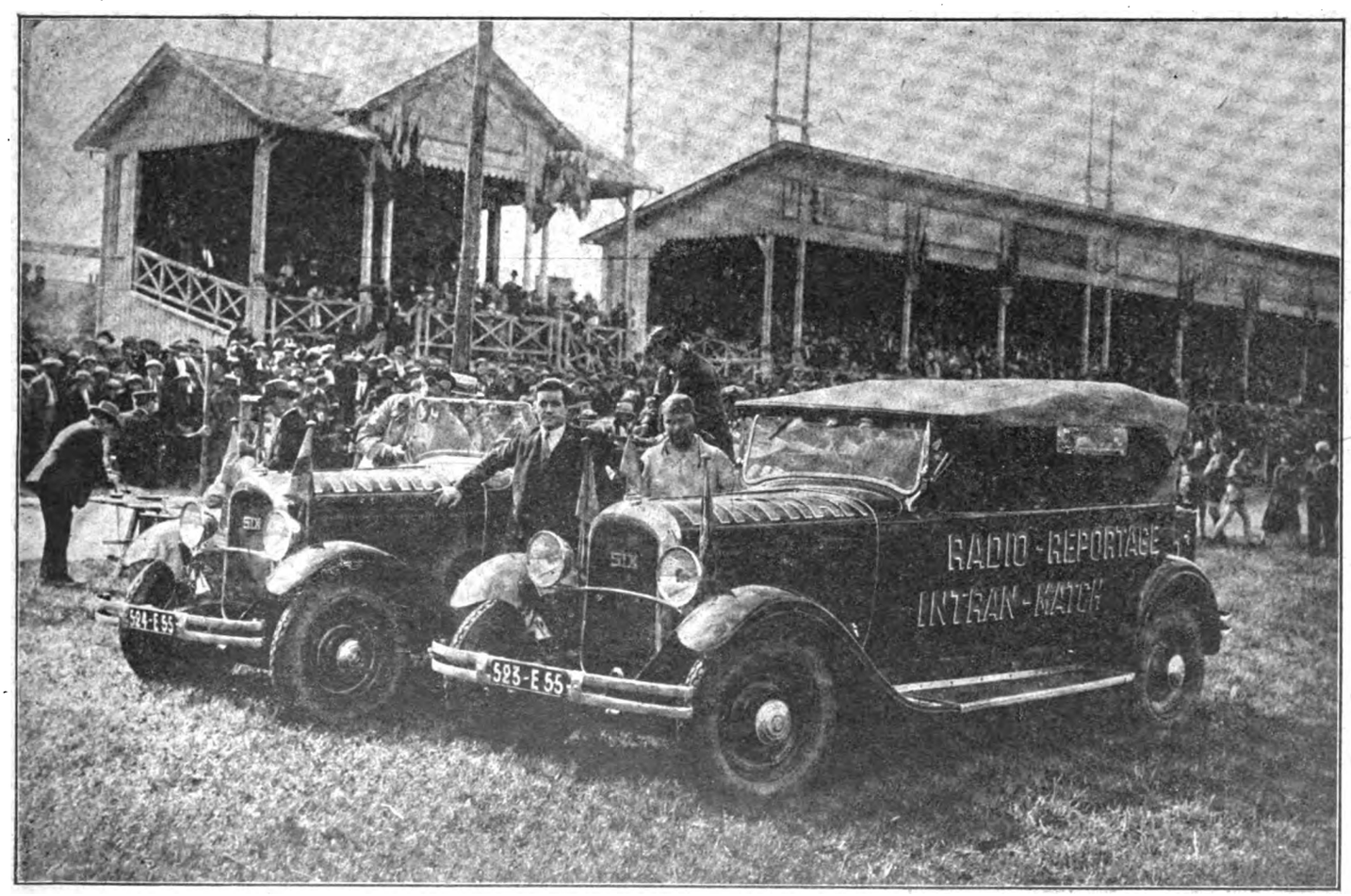
beaucoup d'amateurs. Il vaut mieux se tenir légèrement au-dessus du coude, en polarisant à peine plus qu'il serait nécessaire en amplification BF, de telle sorte que la moindre demi-alternance positive donne naissance à une augmentation du courant-plaque. C'est le régime qui correspond au maximum de sensibilité, de puissance et de fidélité. Pour la lampe indiquée, cela revient, pour une tension plaque de 100 volts, à une polarisation de 7,5 à 9 volts comptés du point milieu du chauffage, ce qui nous met loin des 15 à 20 volts que d'aucuns préconisent, à commencer par des constructeurs, pour le même type de lampe.

Des valeurs du même ordre sont indiquées avec les trigrilles.

Signalons enfin l'avantage qu'il y aurait à détecter par plaque, en push-pull, Cette disposition, peu avantageuse avec la détection grille, doublerait ici la puissance et accorderait des avantages de fidélité du même ordre qu'en BF. Il faudrait toutefois disposer au dernier étage de l'ampli d'un transformateur à prise médiane, ou, à défaut, monter un système à condensateurs d'arrêt et selfs de grille analogue à celui de la figure 2.

Nous ne figurons ce dispositif qu'à titre de suggestion, car nous n'avons pas encore procédé personnellement à des essais de ce genre.

A. Gaillis



Les deux voitures du radio-reportage du Tour de France cycliste de *l'Auto*, qui sera effectué par *l'Intran-Match*. Les voici en face la ligne d'arrivée du vélodrome de Rennes, à l'occasion des essais préparatoires effectués en suivant la course Paris-Rennes.

Digitized by Google

Les Cathodes Thoriées

par J. RICQ, Ingénieur E. C. P. I. et E. S. E.

La technique des lampes à trois électrodes a fait un progrès remarquable le jour où la mise au point industrielle des cathodes à oxydes rares a été réalisée. C'est ainsi qu'on a pu réaliser les tubes à faible consommation. Mais il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs qui compliquent ce problème: c'est ce que le lecteur trouvera développé ci-dessous.

NOUS avons dit dans notre précédent article, que l'on avait été amené à introduire au cours de la métallurgie du tungstène, des agents retardateurs ou accélérateurs de la cristallisation. Nous avons cité la thorine (Tho2) comme agent retardateur favorisant la formation de grains fins. Vers 1918 presque toutes les lampes d'éclairage dites monowatt ou mieux à filament rectiligne étaient construites avec du tungstène thorié, c'est-à-dire contenant une faible proportion d'oxyde de thorium.

C'est en étudiant les propriétés de ces lampes que Langmuir découvrit le formidable pouvoir émissif de ce filament. Il fallut trois ans de patientes recherches pour « domestiquer » cette émission et permettre à l'ingénieur de l'industrialiser. On peut à présent présenter la technique industrielle de l'émission thoriée comme suit :

I. — *Le Métal* : Ainsi que nous l'avons dit, on introduit dans la poudre de tungstène de la thorine pure, dans une proportion qui est le plus généralement voisine de 1 % en poids. Le pressage, le martelage et le tréfilage se font comme d'habitude bien que la présence de ThO2 gène considérablement le tréfilage des fils de petit diamètre. D'autre part ces traitements mécaniques expurgent du tungstène une grande partie de l'oxyde introduit et il n'est pas rare qu'arrivé à 15/1000 de millimètre de diamètre (diamètre du filament de la lampe standard 4 volts, 0 ampère 06), il ne rest plus que 0,5 % de thorine présent dans le fil.

Pour faciliter le tréfilage aux petits diamètres d'une part, pour faciliter l'utilisation d'autre part, certaines fabriques ajoutent au départ une faible proportion de chaux (CaO) généralement 0,2 % ; le but poursuivi étant de développer encore si c'est possible la formation de cristaux fins.

Les Américains dès 1922 mirent sur le marché, des lampes d'émission de 250 watts et même de 1000 watts utilisant des cathodes thoriées. Les difficultés nombreuses rencontrées au cours de la fabrication ne purent être vaincues qu'au moyen de deux artifices, :

D'une part, ils renforcèrent considérablement la teneur en thorine et montèrent jusqu'à 2 % à l'arrivée, c'est-à-dire après tréfilage. Ceci rendit le filament pratiquement intréfilable au-dessous d'un diamètre voisin de 150/1000 de millimètre. Les lampes américaines dont nous parlons furent équipées avec du filament de 225/1000 de millimètre.

D'autre part, ils ajoutèrent à la poudre de tungstène au départ une certaine proportion de carbone (0,25 à 0.5 %), ceci dans le but d'introduire un élément réducteur énergique. La technique européenne suivit et on adopta pour les lampes d'émission à cathode thoriée, des hautes teneurs de thorine.

Quant à l'introduction du carbone, on adopta d'une façon générale une carburation après coup du filament que l'on allumait dans des vapeurs hydrocarburées (naphtaline, essence, etc...), le tungstène réagissant sur ces vapeurs fixait le carbone et libérait de l'hydrogène, absorbé ensuite par la pompe avec l'excès d'hydrocarbure.

II. — *L'Emission* : Il est prouvé à l'heure actuelle qu'elle est due au thorium métallique qui existe ou dont on provoque l'apparition, à la surface du tungstène. Le faisceau de preuves ainsi que beaucoup de ce que nous allons dire ici sur la technique industrielle d'utilisation de l'émission thoriée est contenue dans les diverses publications que Langmuir fit sur la question dans la *Physical Review* au cours des années 1921, 1922, 1923 et 1924.

Nous y renvoyons volontiers le lecteur physicien qui trouvera dans cet admirable travail une expérimentation féconde et une interprétation des résultats qui révèlent le clair génie de son auteur.

Nous avons dit précédemment que l'on introduisait dans le métal de l'*oxyde de thorium* ; pour faire apparaître l'émission qui est due au *métal thorium*, il va donc falloir :

1° Convertir l'oxyde en métal ;

2° Faire apparaître le métal à la surface du tungstène.

1° *Réduction de l'oxyde en métal.* — On ne peut éviter pendant le tréfilage même la réduction de la thorine par le tungstène lui-même, ce qui fait que dans la plupart des cas on se trouve, le vide réalisé dans l'ampoule, en présence d'un filament contenant déjà du thorium. Ajoutons de plus que lors du tréfilage la surface externe du filament a été garnie de lubréfiant que nous avons dit être du carbone colloïdal en suspension dans l'eau ou dans l'huile, le filament conserve une couche assez épaisse de ce produit qui s'incorpore au tungstène lors du premier allumage et facilite la formation de thorium métallique en surface, il n'y a donc pas lieu de chercher à enlever cette couche avant l'usage, sauf dans le cas où une trop forte proportion de carbone risquerait de rendre le filament par trop cassant. Si l'on juge malgré ces conditions que la proportion de thorium métallique formé est trop faible (les essais de durée des lampes donneront un renseignement à ce sujet), il y a lieu de provoquer une réaction entre la thorine non réduite et le tungstène. Pour ce faire on porte le tungstène pendant quelques secondes (une trentaine au maximum) à une température voisine de 2500° K, soit environ 70 watts par centimètre carré, à cette température le tungstène agit comme un agent réducteur énergique et provoque la formation de thorium métallique.

Enfin, nous avons signalé que les Américains avaient incorporé dans les filaments à haute teneur de thorine du carbone, et qu'en Europe on carburait le filament en l'allumant dans une atmosphère de vapeur de naphtaline, de benzine, etc... Dans ce dernier cas, la température de carburation se trouve déterminée par la recherche de l'équilibre de la réaction $W_2 + C = W_2C$.

Une recherche très rapide de ces conditions d'équilibre montrera qu'on a intérêt à opérer à une température filament telle que le nombre de watts ra-

Digitized by Google

diés par centimètre carré dans le vide serait compris entre 50 et 60 w. Le contrôle de la proportion de carbone incorporé, qui, ainsi que nous l'avons dit, ne doit pas dépasser 0,5 % à cause de la fragilité croissante du filament se fera par la mesure de la résistance dans le vide. Pour une proportion de 0,3 % de carbone environ et pour une température moyenne définie comme ci-dessus, l'accroissement de résistance du filament serait d'environ 7 %.

L'introduction du carbone a pour but de baisser considérablement la température de formation de thorium métallique et de la rendre aussi voisine que possible de la température d'utilisation du filament, on aura donc en principe par ce moyen réalisé un filament autorégénérateur.

2° *Faire apparaître le métal à la surface du tungstène.* — Cette opération est une véritable diffusion. On opère le plus souvent à une température telle que le nombre de watts par centimètre carré radié est de l'ordre de 40 à 50. La durée de cette diffusion est fonction d'une part de la température choisie dans les limites ci-dessus, d'autre part de la concentration en thorium métallique contenu dans le filament ou plus exactement du gradient de cette concentration. Afin de la réaliser au plus vite, il importe de ne pas placer le filament dans un état tel que l'évaporation directe ou induite soit grande, il y aura donc lieu de placer le filament dans un état tel qu'il ne puisse être bombardé par les ions provenant des molécules gazeuses restant dans la lampe. c'est-à-dire pratiquement supprimer toute tension plaque et éviter de hautes températures. L'introduction du carbone facilite énormément cette opération en augmentant le gradient de concentration, et par conséquent la vitesse de diffusion.

3° *Stabilité de l'émission.* — Le mécanisme de la stabilisation de l'émission thoriée est assez complexe. Cette stabilité sera celle du thorium métallique existant à la surface du tungstène.

Les facteurs qui commandent l'apport de thorium à la surface ont été examinés précédemment lorsque nous avons parlé de la diffusion du thorium à l'intérieur du métal tungstène. Résumons ces trois facteurs.

1° *Température du filament.*

2° *Gradient de concentration du thorium à l'intérieur du filament.*

Nous avons vu comment on pouvait augmenter ce gradient en introduisant un agent réducteur supplémentaire.

3° *L'état de cristallisation du tungstène.*

Il est évident que la diffusion sera d'autant plus facile que les cristaux sont plus fins, cela justifie en partie ce que nous avons dit au paragraphe I. *Métal,* que certaines fabriques ajoutaient au départ une faible proportion de chaux.

Les facteurs qui, au contraire commandent le départ du thorium à la surface sont les suivants :

1° *Evaporation ordinaire* due à la température (nous comparons cette évaporation à celle de l'éther sur la main). Un choix judicieux de la température d'utilisation évitera tout mécompte. En général pour les filaments fins à faible teneur on utilisera le filament entre 19 et 25 watts par centimètre carré, pour une durée commerciale de 1000 heures. L'émission sera à ce moment de 30 milliampères par watt environ. Les filaments à haute teneur carburés permettent une utilisation aux environs de 40 watts par centimètre carré, l'émission atteint alors 100 milliampères par watt et est voisine de l'émission des filaments à oxydes.

2° *Influence des gaz résiduels.* — L'influence des gaz résiduels se traduit de deux façons, soit par action chimique directe sur les gaz, sur le thorium métallique arrivant en surface, soit par bombardement ionique quand les tensions des électrodes par rapport à la cathode dépassent une valeur critique définie par Hull, et qui pour le thorium est aux environs de 22 volts. Comme dans les lampes de T. S. F. généralement la tension plaque dépasse largement cette valeur, cette dernière façon d'agir prend une importance capitale. Il y aura donc lieu pour éviter cette action nocive d'essayer d'expurger les électrodes de la lampe de tous les gaz occlus en particulier de la débarrasser de la vapeur d'eau de l'oxyde de carbone, etc...

Comme pour le tungstène pur, on prédégazera soigneusement les électrodes par des recuits appropriés sous le vide (voir notre article précédent) et on terminera soit sur pompe, soit en dehors de pompe. L'usage d'un getter, le magnésium en l'occurence est d'une technique courante : cependant, contrairement à ce que l'on peut croire, un getter n'est pas indispensable : certaines lampes anglaises et françaises (les LS5 et les E27) réputées par leur qualité et leur durée sont purgées sans le secours d'aucun getter. Il est alors nécessaire de renforcer les précautions pour la purge de ces lampes puisque d'une façon délibérée on se prive de l'action de rétention des gaz due à la présence du getter (voir notre article précédent). En particulier, il faudra recourir d'une façon quasi certaine au double étuvage préconisé par Newman dans son livre « *The Production and measurement of low Pressures* » (Librairie Ernest Benn Ltd, 8, Bouverie Street à Londres).

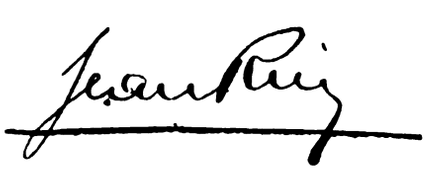
3° *Evaporation induite.* — Ce mécanisme d'évaporation résulte du fait bien établi, qu'il ne peut exister à la surface du tungstène qu'une couche mono-atomique de thorium. Ceci implique que toute molécule de thorium arrivant par suite de la diffusion près de la surface, en dessous de la couche monoatomique, provoquera le départ prématuré d'une molécule de cette couche et prendra sa place. Nous n'avons jamais constaté pratiquement qu'un excès de vitesse de diffusion qui engendrerait une exagération de ce phénomène, fournisse des lots de filaments dont les durées commerciales seraient trop courtes.

Pour résumer ce paragraphe : La stabilité de l'émission thoriée résulte de la lutte qui s'exerce entre d'une part la diffusion, et d'autre part le facteur défini au (2°), c'est-à-dire, « *Les Gaz résiduels* ».

Nous soulignons une fois de plus toute l'importance de ce dernier facteur et ajoutons que toute précaution que l'on peut prendre pour éviter l'existence de gaz dans les matériaux qui rentrent dans la construction des lampes trouveront un aboutissant logique dans une meilleure qualité et une plus longue durée des lampes fabriquées.

4° *Molybdène thorié.* — Tout ce que nous venons de dire au sujet du tungstène s'applique quasi intégralement au molybdène thorié. Le molybdène thorié a sur le tungstène un certain nombre d'avantages. Le molybdène cristallise toujours en grains très fins, l'usage du molybdène facilitera donc la stabilité en augmentant la vitesse de diffusion. D'autre part, le molybdène thorié a une résistivité à sa température d'utilisation plus faible que celle du tungstène. A tension, consommation et température filament égales, les lampes construites avec ce métal auront un filament plus long que les lampes construites avec le tungstène. Il en résultera pour l'ingénieur lampiste la possibilité d'une meilleure répartition des électrons, l'accroissement du volume utile de la lampe, une augmentation de pente de caractéristique, et dans le cas de lampes d'émission, une température d'équilibre des électrodes devant dissiper, plus basse, étant donné l'accroissement de leur surface. Le molybdène thorié a par contre l'inconvénient d'être beaucoup moins résistant à la température que le tungstène ; le molybdène thorié est utilisé surtout en Allemagne où il est apparu sur le marché, il y a environ quatre ans, un ou deux types de lampes utilisant ce filament.

Depuis on a généralisé son emploi surtout dans les valves de redressement à ionisation, c'est ainsi que les Etablissements FOTOS utilisent les propriétés précieuses du molybdène thorié pour la fabrication de leurs valves de redressement dites Valvgaz.



Directeur de « Radio-Fotos »

Digitized by Google

L'Amplification microphonique dans les émissions d'amateurs

par J. SAR

Traduit et adapté de la " Revista Télégrafica " de Buenos-Ayres, Avril 1930, par André PLANES-PY-F8EI

Ancêtre de nos amplificateurs actuels, l'amplificateur microphonique est un des relais les plus intéressants. Il peut, en effet, être aisément construit par un amateur, mais sa mise au point est assez délicate. Par contre c'est à lui qu'on doit les auditions de radiophonie obtenues en haut-parleur sur un poste à galène ; sa qualité, d'ailleurs, est encore supérieure à tout ce que l'on a pu réaliser dans cet ordre d'idées.

Le lecteur trouvera ci-dessous une étude de ce relai si intéressant et se rendra compte de la manière dont on peut l'employer.

La manque de détails pratiques sur l'amplification microphonique s'est opposé à la généralisation de ce procédé permettant cependant d'améliorer sensiblement la profondeur de la modulation.

Dans l'article reproduit à la suite l'auteur s'efforce de traiter la question au point de vue général et exclusivement expérimental.

L'AMPLIFICATION MICROPHONIQUE

Pour des raisons qu'il serait assez difficile, à vrai dire, de définir exactement, l'amplification du courant microphonique dans les stations d'amateurs est très peu employée. On lui reproche entre autres défauts d'exagérer le bruit de fond et de rendre l'onde instable. Il n'en est rien.

La résonance excessive qui s'observe quelquefois provient uniquement d'un mauvais circuit amplificateur travaillant après un microphone médiocre ou mal réglé. Les bruits et chocs parasites sont donnés exclusivement par le microphone et c'est celui-ci qui devra être examiné en premier lieu. Quant à l'instabilité de l'onde, occasionnée par une surmodulation, on y remédiera si besoin est au cours des derniers réglages. La surmodulation est facile à éviter si on détermine correctement le pourcentage de modulation et du reste, aucun travail sérieux ne peut être effectué sans cela.

En réalité, dans la majorité des cas, l'amplification microphonique se montre non seulement utile mais presque nécessaire : nous disons « presque » car il va sans dire qu'elle sera superflue ou même nuisible si la puissance de l'émetteur est faible et si celui-ci est du type à un seul circuit : un microphone et un transformateur suffisent alors pour moduler correctement l'onde.

La nécessité de l'amplification BF pour un émetteur d'une puissance moyenne peut être aisément démontrée en se rappelant la théorie de l'émission par les tubes à vide. Nous savons en effet qu'un circuit oscillant émet ce que l'on a l'habitude de nommer un « train » d'ondes continu formant une sorte de trait de liaison entre l'émetteur et les récepteurs placés à une certaine distance. Une émission en téléphonie exige que ce « train » d'ondes soit modulé, c'est-à-dire qu'il lui soit superposé des oscillations à basse fréquence qui seront entendues après détection. Donc plus puissantes seront ces oscillations et plus forte sera la réception, d'où la nécessité d'amplifier le courant de BF lorsqu'il est employé des lampes oscillatrices d'une certaine puissance.

Mais il est nécessaire, nous le répétons, de calculer exactement le pourcentage de modulation qui correspond à la lampe dont on dispose.

L'AMPLIFICATEUR PRATIQUE

On trouvera ci-contre (fig. 1) le schéma d'un amplificateur à une seule lampe d'une grande simplicité qui pourra moduler un émetteur d'une puissance maximum de 20 watts si la lampe modulatrice est convenable.

TM est le transformateur microphonique dont les caractéristiques sont classiques, T1 un excellent transformateur de rapport 1/3 comportant un noyau magnétique important, R un rhéostat de 20 ohms ou plus pour le microphone, R1 une résistance « volum control » de 0 à 500.000 ohms. La lampe amplificatrice sera une 171, 112, B. 409 ou B. 406 ou encore une trigrille BF du type B. 443.

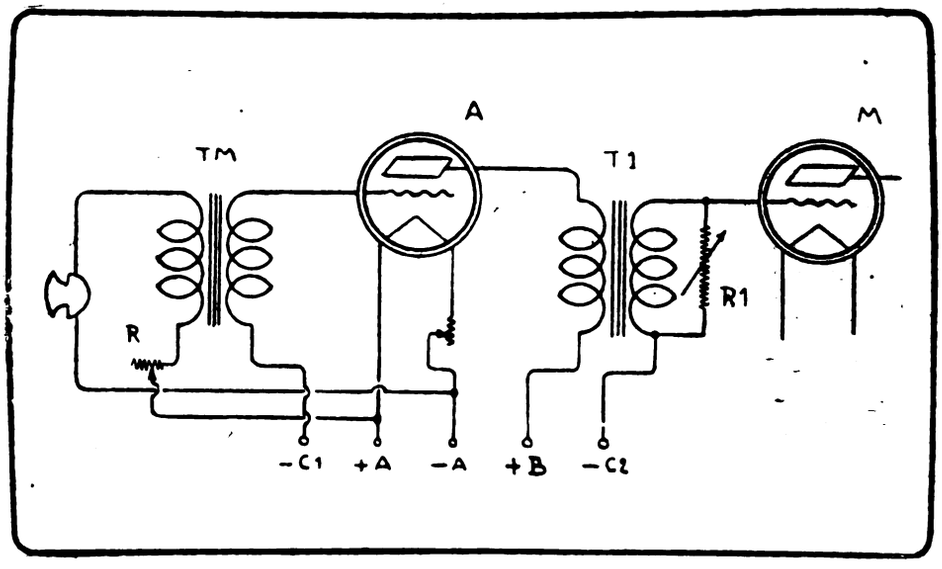


FIG. 1

Le transformateur de modulation constitue un organe très important, il doit être d'excellente qualité et ses caractéristiques

Digitized by Google

adaptées à la lampe. On évitera donc autant que possible d'utiliser sans le modifier au préalable un transformateur provenant d'un poste téléphonique, il ne rem-

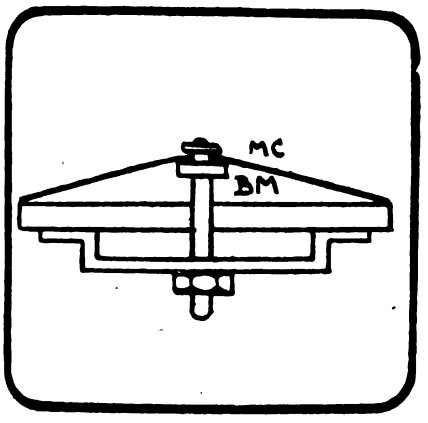


FIG. 2

plirait pas les conditions voulues. Son primaire doit avoir une résistance sensiblement égale à celle de l'unité microphonique et l'impédance de son secondaire doit se rapprocher le plus possible de celle de la lampe. En outre la section du noyau doit être prévue pour éviter toute surcharge.

La bobine «Ford » classique utilisée par bien des amateurs peut être employée en retirant le noyau d'origine et en le remplaçant par un faisceau de fils assez longs pouvant être repliés sur eux-mêmes de façon à constituer un noyau magnétique fermé. Ces fils devront être de petit diamètre et isolés au coton, on prendra par exemple du fil de fer de fleuriste.

On peut également modifier de la façon indiquée les transformateurs téléphoniques dits « de ligne » en augmentant en outre d'environ 2.000 spires de 8/100 émaillé le nombre de tours du secondaire.

La lampe utilisée doit être du type de puissance ou BF habituellement en usage sur les récepteurs: B. 406, 409 ou 443, UX. 112, 171 et les différents accessoires tels que rhéostats et volum control d'excellente qualité.

Il est nécessaire qu'au montage des amplificateurs et surtout ceux à plusieurs lampes dont les schémas sont donnés à la suite toutes les précautions soient prises pour éviter les inter-réactions qui amèneraient une distorsion notable. On séparera bien les différents éléments et on placera les transformateurs à angle droit. Les connexions seront courtes et autant que possible sans croisements.

LE MICROPHONE

Les conditions devant être remplies par cet organe non moins important que le précédent seront évidemment moins critiques s'il s'agit d'un montage simple comme celui de la Fig. 1, mais pour un schéma à plusieurs étages, les résultats ne se-

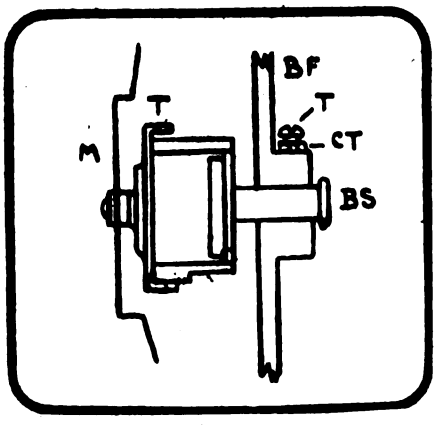


FIG. 3

ront véritablement parfaits qu'avec un accessoire de bonne qualité. Une pastille médiocre, comme nous l'avons dit, accompagne l'émission d'un souffle, de crachements et d'une résonnance.

Les amateurs ont à leur disposition deux types principaux de microphones à grenaille à une seule pastille. L'un, très employé par les Américains, est semblable au type en usage dans les téléphones, il est constitué par une capsule fixée à la membrane au moyen d'une petite vis (Western, Frost, etc.). L'autre utilise la membrane comme l'une des électrodes de la capsule microphonique (Ericsson, Mix et Genest, Thomson-Houston, etc.).

Dans les microphones du type Western ou à capsule métallique, il est facile de procéder au réglage de la capsule de façon qu'en augmentant la pression la sensibilité soit diminuée et, en même temps, les bruits propres de l'organe et le souffle caractéristique.

Quant aux microphones du second type, nous estimons que l'Ericsson constitue le modèle le plus pratique pour être utilisé avec amplification. Toutefois, il faut tenir compte que dans ce cas, le microphone utilisé doit être aussi «dur» que possible, c'est-à-dire peu sensible. Un autre moyen excellent de diminuer le bruit de fond et le souffle «résiduel» consiste à réduire au minimum indispensable le voltage appliqué au primaire, ce qui peut être obtenu au moyen d'un rhéostat de valeur suffisante, on gagnera en pureté, fidélité et il sera possible de faire varier la sensibilité de la pastille ce qui est particulièrement avantageux avec l'Ericsson par exemple, sur lequel il est impossible d'agir directement.

Il convient de remarquer que l'emploi de plus d'un étage d'amplification conduit à donner à la parole une note métallique très gênante due à la fréquence propre de la membrane. On peut supprimer ce défaut en remplaçant la membrane métallique par une autre de composition plus inerte, par exemple par un petit cône de cartoline, de papier Canson ou encore de celluloïd, minces. On évite ainsi totalement une assymétrie dans la reproduction qui gagne alors en netteté et en pureté.

La Fig. 2 permet de se rendre compte de la simplicité de l'opération ; MC représente, de profil, la membrane conique « apériodique », BM le bouton mi-

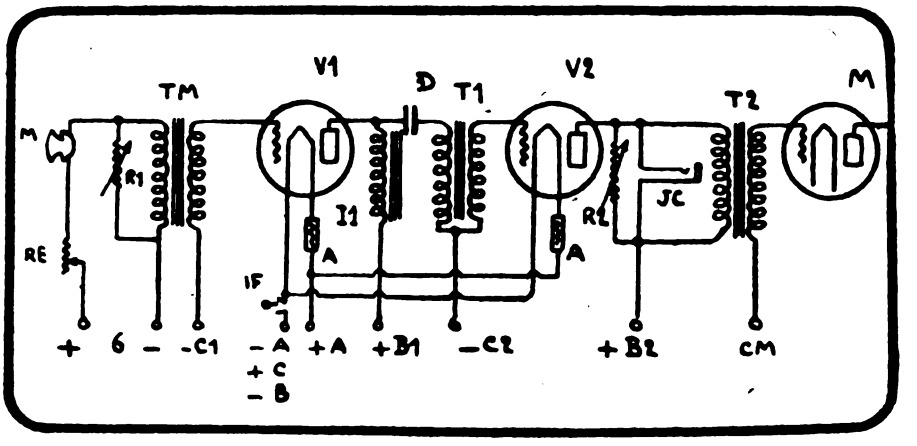


FIG. 4

M: Microphone;
RE: Rhéostat de microphone, 20 ohms ou plus;
TM: Transformateur de modulation;
IF: Interrupteur général de filament;
AA: Ampérites;
R.1-R.2: Résistances type « volum control » de 0 à 500.000φ;
I.1: Impédance basse fréquence;
D: IMF;
T.1-T.2: Bons transformateurs BF rapport 1/3;
JC: Jack de contrôle;
V.1: Lampe amplificatrice B.406-409, UX.112-A;
V.2: Lampe amplificatrice de 10 watts.

Digitized by Google

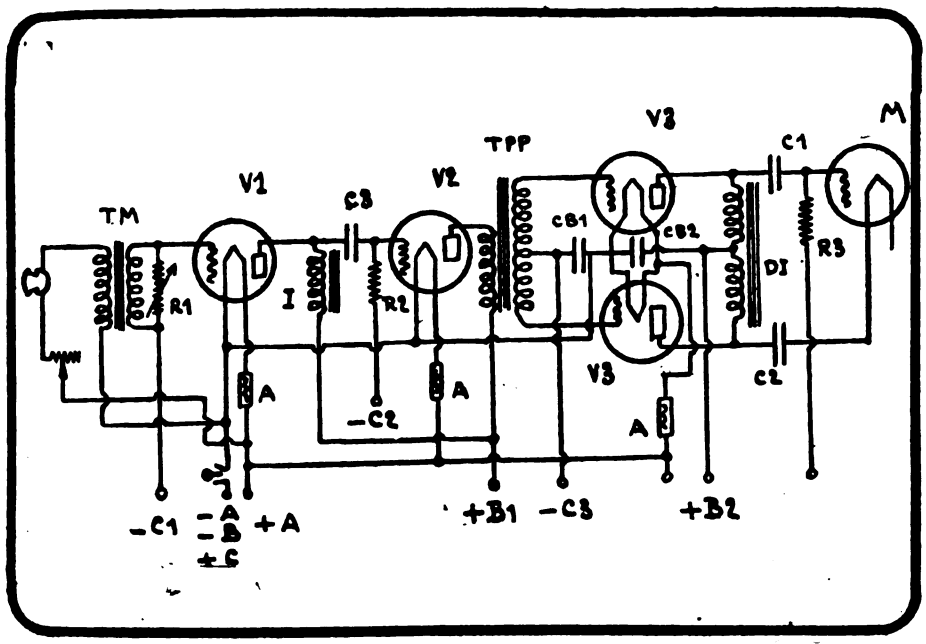


FIG. 5

M: Microphone;
TM: Transformateur microphonique;
R.1: Résistance volum control de 0 à 500.000 ohms;
I: Impédance basse fréquence;
C.1-C.2: Condensateurs fixes de 1 MF;
C.3: Condensateurs fixes de 0,25 MF;
CB.1-CB.2: Condensateurs fixes de 2 MF;
TPP: Transformateur d'entrée Push Pull;
D.1: Double impédance ou deux impédances BF en série;
R.2-R.3: Résistances 1 meghom type carborundum;
A: Ampérites ou rhéostats;
V.1: Lampe amplificatrice B.409-406 ou UX-112.A;
V.2: Lampe amplificatrice de 10 watts;
V.3: Lampe amplificatrice de 10 watts (deux en P.P),

crophonique, MM la masse du microphone (types Frost Western, etc.).

La Fig. 3 montre la façon suivant laquelle on peut procéder au réglage d'une pastille microphonique du même type Western ou Frost : M est la membrane T le couvercle de la pastille, BF la barre de fixation de la capsule ou pastille à la masse du microphone, T la vis de fixation avec son contre-écrou de blocage CT, BS l'axe de la capsule. Le réglage s'effectuera en dévissant T et CT, en avançant ou reculant l'ensemble BS et pastille puis en bloquant à nouveau T et CT.

Enfin, il est nécessaire de prévenir tout couplage entre la modulatrice et l'amplificateur microphonique, ce qui serait une cause de distorsion notable en procédant au besoin à un blindage soigné des circuits amplificateurs.

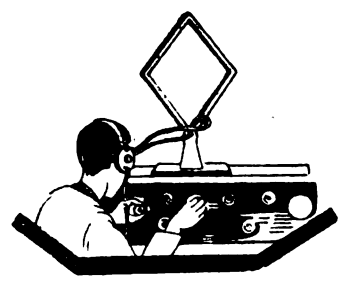
MODULATION ENERGIQUE

Les Fig. 4 et 5 donnent les schémas de deux circuits amplificateurs choisis parmi les plus efficaces et les plus fidèles. Les caractéristiques des différents organes sont donnés plus haut.

J. SAR.

Traduit et adapté de la « Revista Telegrafica » de Buenos-Ayres, Avril 1930, par André PLANES-PY, F8EI

André planes-py



Digitized by Google

Les Haut-Parleurs

par P. BLANC, ancien élève de l'Ecole Polytechnique

Les progrès réalisés dans le domaine du haut-parleur dans ces dernières années sont tels qu'il a semblé utile à la rédaction du Q. S. T. *de présenter au lecteur un examen comparatif des modèles ayant conquis la faveur du public.*

On trouvera donc ci-dessous un exposé des différents types moteurs à quatre pôles, électrodynamique, électrostatique et des précisions sur leur fonctionnement.

A la sortie d'un amplificateur de basse fréquence on dispose de courant alternatif à fréquence variable. Pour le transformer en ondes sonores, on peut, soit faire appel à la variation d'un champ électrostatique, soit à la variation d'un champ magnétique. Le haut-parleur électrostatique est une application du premier procédé. Au second se rattachent les haut-parleurs magnétiques, magétodynamiques et électro-dynamiques.

I. *Les haut-parleurs magnétiques.* — Parmi ceux-ci il faut distinguer : 1° ceux qui attaquent une membrane à bords libres; leur moteur est très généralement un moteur « à palette équilibrée » ou « à quatre pôles ». Leur membrane est analogue à celle du haut-parleur magnétodynamique.

2° ceux qui attaquent un diffuseur.

3° ceux qui sont associés à un pavillon.

Nous étudierons d'abord ce dernier type. Le moteur est généralement absolument classique et la seule partie intéressante est la partie acoustique. Nous allons dire quelques mots de la solution la plus heureuse et la seule scientifique du pavillon, le pavillon exponentiel.

Le Pavillon Exponentiel. — Dans un H.-P. à pavillon, l'air est ébranlé de proche en proche, à partir d'une masse d'air très faible: l'ébranlement initial doit agir sur une très petite surface, alors que c'est une grande surface qui doit en dernier lieu transmettre à l'atmosphère l'ébranlement reçu.

Les vibrations sonores se propageant dans l'air sont nécessairement, de fait la nature même du milieu de propagation, des vibrations longitudinales. Nous allons les étudier mécaniquement.

Considérons (fig. 1), pour plus de simplicité, une colonne cylindrique dans laquelle les déplacements ont lieu normalement à l'axe. Soit s la section de cette colonne et supposons les dimensions linéaires de cette section très petites par rapport à la longueur de la colonne.

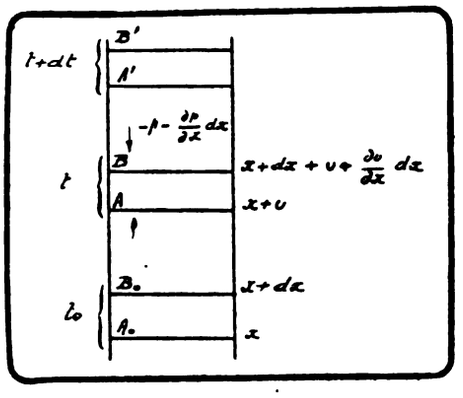


FIG. 1

La section A_0 qui, à l'instant t_0 occupe une position caractérisée par son abscisse x a subi, à l'instant t, un certain déplacement u. Nous allons déterminer la fonction

$$u = F(x, t)$$

La tranche infiniment mince $A_0 B_0$ comprise à l'instant t_0 entre les abscisses x et $x+dx$ viendra, à l'instant t, en A B entre les abscisses

$$x + M \text{ et } x + dx + du + \frac{du}{dx} dx$$

La masse dm de matière contenue dans le volume A B, et qui est alors animée de la vitesse $\frac{du}{dt}$ prend pendant l'intervalle de temps dt, en passant en A'B' la vitesse $\frac{du}{dt} + \frac{d^2u}{dt^2} dt$.

La quantité de mouvement a donc pris un accroissement.

$$dm \left(\frac{d^2u}{dt^2} dt + \frac{du}{dt} dt \right) - dm \frac{du}{dt} dt = dm \frac{d^2u}{dt^2} dt$$

Ecrivons que cette quantité de mouvement est égale à l'impulsion $\Sigma F\, dt$ des forces agissant sur les faces A et B :

$$\Sigma F\, dt = - \frac{db}{dz} . S . dx\, dt$$

Si δ_0 est la densité de la substance en $A_0 B_0$ on a $dm = S \delta_0 dt$ et par suite

$$\delta_0 \frac{d^2u}{dt^2} = - \frac{dp}{dx}$$

De même, si δ est la densité en A B

$$dm = S\left(dx + \frac{du}{dx} dx \right) \delta$$

Digitized by Google

D'où

$$\delta = \frac{\delta_0}{1 + \frac{du}{dx}}$$

Si la fonction $p = \varphi(\delta) =$

$$\varphi\left(\frac{\delta_0}{1 + \frac{du}{dx}}\right)$$

est supposée connue, on voit que l'on pourra finalement obtenir une équation différentielle en u. Supposons la colonne en repos à l'instant initial, et δ_0 indépendant de x. Supposons en outre $\frac{du}{dx}$ assez petit pour que les termes en $\left(\frac{du}{dx}\right)^2$ soit négligeable dans l'expression de p.

On a alors

$$p = \varphi(\delta_0) = \delta_0 \varphi'(\delta_0) \frac{du}{dx}$$

D'où

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \varphi'(d_0) \frac{d^2u}{dx^2}$$

L'intégrale de cette équation est de la forme

$$u = \varphi_1\left(x - \frac{t}{a}\right) + \varphi_2\left(x + \frac{t}{a}\right)$$

En définitive que la propagation du mouvement oscillatoire longitudinal se ramène à une variation de vitesse d'un élément de volume normal à l'axe de propagation, cette variation de vitesse étant intimement liée à la variation de la pression.

Si on imprime à l'extrémité E de la colonne un ébranlement représenté par $u = f(t)$, la colonne devient le siège

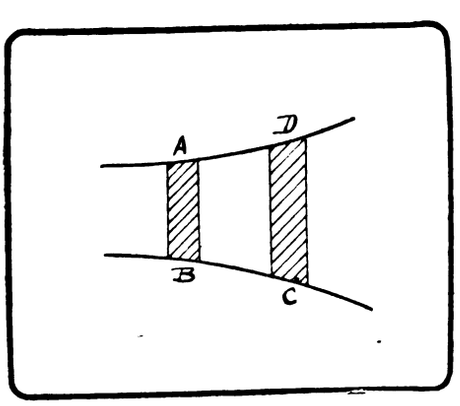


FIG. 2

d'un mouvement représenté à chaque instant par

$$u = P\left(t - \frac{x}{a}\right)$$

Supposons que dans un tube ayant une forme quelconque (fig. 2) une tranche d'air A B soit animée d'un mouvement oscillatoire sinusoïdal: pour chaque tranche C D, la pression varie suivant une loi sinusoïdale autour de sa valeur d'équilibre, la vitesse variant de même autour de zéro. Les tranches qui, au même instant, sont animées de la même vitesse, sont distantes, l'une de l'autre d'une longueur constante qui est la longueur d'onde du son considéré. Ce sont d'ailleurs ces variations de pression qui agissent sur notre oreille pour nous donner l'impression d'un son.

En pratique, le haut-parleur est attaqué par l'intermédiaire d'une membrane qui, schématiquement, se présente d'une manière analogue à la membrane M d'un

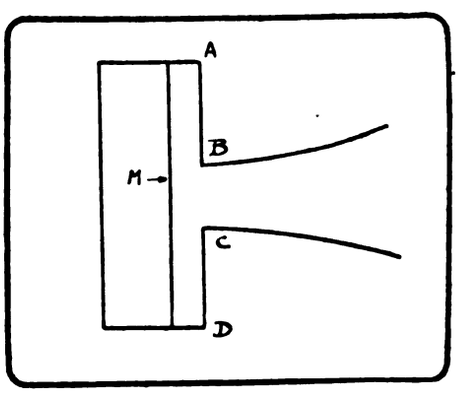


FIG. 3

écouteur téléphonique (fig. 3). La membrane M, de section S, agit par l'intermédiaire d'une ouverture de surface s sur l'air contenu dans le pavillon. Le volume compris entre cette membrane M et la paroi A B C D s'appelle chambre de compression. Son rôle est fondamental. En effet, un déplacement de la membrane produira une certaine variation du volume de la chambre; en raison de la petitesse de ce volume, il en résultera des variations de volume appréciables sur la section s et la tranche B C prendra une vitesse notable. Si, au contraire, la membrane M agissait directement sur une masse d'air considérable, les variations de vitesse des tranches d'air voisines seront faibles; par suite il en sera de même des variations de pression et les sons seront peu intenses.

Revenons à notre chambre de compression. Nous avons, sur la section B C des variations de pression notables. Pour ob-

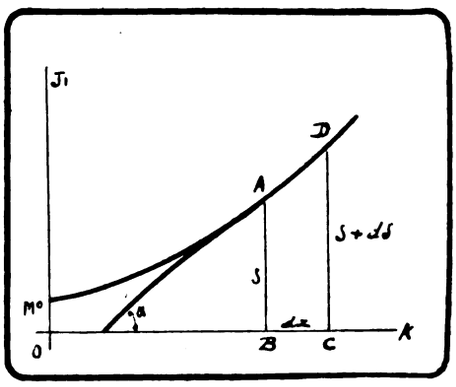


FIG. 4

tenir le meilleur rendement possible, il faut faire agir cette tranche d'air sur une tranche de dimensions très voisines. C'est là le principe du pavillon: il a une section faible au début et va en s'évasant progressivement; à l'ouverture la masse de couches d'air à mettre en mouvement ne sera pas disproportionnée avec la masse motrice, de sorte qu'il n'y a pas réflexion des vibrations à l'extrémité du pavillon, ainsi que cela aurait lieu, par exemple, avec un tuyau sonore.

Quel profil allons-nous donner au pavillon? On pourrait être tenté, d'après ce que nous venons de dire, de le faire simplement conique. Mais si l'on adopte pour ce profil une loi étudiée, les parois du pavillon se mettront à vibrer pour certaines fréquences qui se trouveront alors renforcées. Ces vibrations sont dues aux pressions exercées par les tranches d'air comprimées; une tranche comprimée, en effet, agit non seulement sur celle qui la précède et celle qui la suit, mais aussi sur les corps qui la limitent extérieurement.

Si ces corps ne sont pas assez rigides pour résister à cette pression ils prendront une certaine déformation et, pour une fréquence convenable, les parois et l'air qu'elles contiennent, entreront en vibration synchrône. Cela étant, les vibrations pourront prendre une amplitude notable et un son intense sera transmis. Si le pavillon a à transmettre un son d'une autre fréquence, il entrera encore en vibration sur sa période propre, et le son à transmettre sera non seulement affaibli mais déformé par la superposition de cet autre son.

Pour remédier à ce défaut, on pourrait tout d'abord prendre pour parois des corps mécaniquement mous c'est-à-dire ayant un coefficient d'élasticité nul ou tout au moins aussi réduit que possible. On pourrait encore employer des corps parfaitement rigides, ou donner au pavillon une fréquence propre située en dehors des fréquences audibles. Mais la meilleu-

Digitized by Google

re solution qui est en outre la seule actuellement réalisable, consiste à supprimer la cause même des vibrations parasites, c'est-à-dire à annuler les variations de pression auxquelles est soumise la paroi. Pour cela il suffit que la courbe méridienne du pavillon soit tangente à ces variations de pression.

Un calcul simple va dès lors nous donner l'équation de la méridienne. Considérons une tranche d'air A B C D d'épaisseur d et de sections extérieures S et S+ d S (fig. 4). Soit F la force à laquelle est soumise la face AB. La force agissant sur la face C D ne sera pas la même; elle sera, par exemple, plus petite. Il en résulte qu'il existe entre les deux faces une différence de pression d P. La composante de cette pression d P, prise normalement à la tranche, c'est-à-dire à la méridienne sera x p et on aura, en désignant par α l'angle que fait avec o x la tangente en A à la méridienne.

$$\frac{dp}{dP} = \text{tg } \alpha$$

Or dp est inversement proportionnel à A B = y, dP est inversement proportionnel à $A B^2 = y^2$, et tg α est proportonnel à y

$$\text{tq } \alpha = Ky$$

L'équation différentielle de la courbe méridienne est donc

$$\frac{dy}{dx} = ky$$

D'où

$$\int \frac{dy}{y} = L\,\frac{4}{C} = Kx$$

et $$y = c\, e^{kx}$$

Si y correspond à l'embouchure du pavillon, ou aura donc

$$y = y_0\, e^{kx}$$

Si donc le pavillon a une méridienne

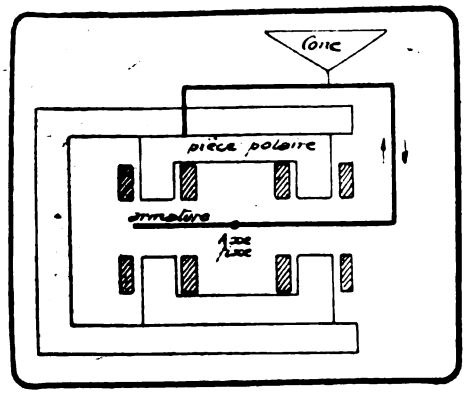


Fig. 5

exponentielle, l'influence de la paroi sur les sons transmis sera nulle.

Il s'agit maintenant de voir dans quelles conditions *tous* les sons reçus seront transmis, et quelle est l'influence de la longueur du pavillon sur la transmission des notes graves. Cette transmission est régie par l'énergie émise par la dernière tranche d'air pour les diverses valeurs de la fréquence. Nous n'entrerons pas dans le détail de l'étude mathématique de cette question. Nous énoncerons seulement les résultats auxquels elle conduit.

Pour une section donnée, alimentée avec une vitesse constante, l'énergie transmise décroît avec la fréquence, d'abord lentement, puis beaucoup plus rapidement et s'annule finalement pour une certaine valeur f_0 de la fréquence.

La valeur de cette fréquence limite est

$f_0 = \frac{V_0}{4\pi l}$ en désignant par V_0 la vi-

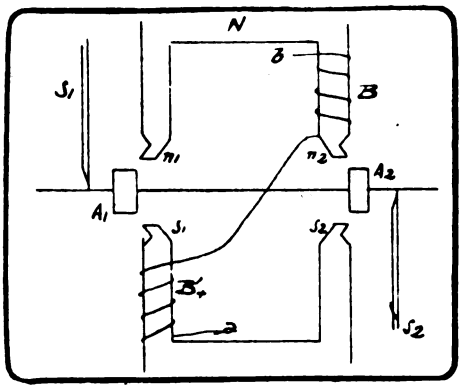


Fig. 6

tesse du son dans le milieu considéré et par l la distance entre les deux sections normales du pavillon dont le rapport est mesuré par le nombre e

La reproduction cesse d'être uniforme au-dessous de la fréquence $f_1 = \frac{V_0}{2\pi l}$

Un haut-parleur à pavillon exponentiel se comporte au point de vue acoustique comme un filtre passe-bas dont la fréquence limite sera $\frac{V_0}{4\pi l}$ La reproduction est moins bonne pour les notes basses dont la fréquence est comprise entre f_0 et f_1. Mais cette infériorité n'a qu'une importance secondaire si l'on tient compte de la sensibilité de l'oreille, plus faible pour ces notes.

On peut obtenir des reproductions à peu près parfaites avec des pavillons ex-

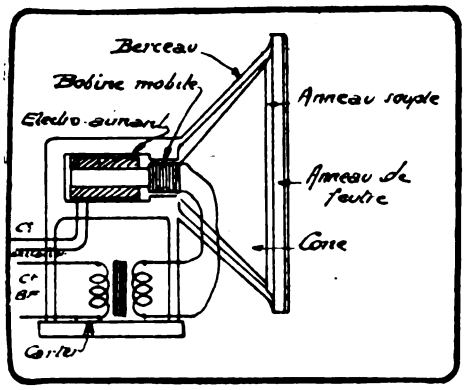


Fig. 7

ponentiels mesurant 3 à 4 mètres de longueur; ils possèdent en outre un certain effet directif.

En résumé il faut une longueur de pavillon suffisante, et une ouverture de section assez grande pour attaquer dans de bonnes conditions l'air ambiant.

Le moteur à 4 pôles (fig. 5). — Un aimant permanent puissant porte 4 pièces polaires dans les entrefers desquelles une armature métallique, pouvant osciller autour d'un axe, est en équilibre sous l'action des forces magnétiques. Les courants téléphoniques issus de l'amplificateur parcourent des enroulements logés autour des pièces polaires, et donnent naissance à des vibrations mécaniques de l'armature, vibrations qui sont transmises au sommet du cône par l'intermédiaire d'un système de leviers.

L'armature, pendant ces mouvements, ne conserve pas une position fixe par rapport aux pièces polaires: elle s'en rapproche et s'en éloigne au cours de ses vibrations: l'action magnétique, inversement proportionnelle au carré de la distance, n'est pas constante; en outre la palette est soumise à une force antagoniste produite par un ressort qui crée une force de rappel inversement proportionnelle à la distance; il s'ensuit une distorsion due aux inégalités entre les vibrations mécaniques et les vibrations électriques.

Une seconde cause de déformations résulte de la petitesse de l'entrefer. Cette petitesse est nécessaire pour obtenir une bonne sensibilité. Pour éviter que l'armature ne colle sur les pièces polaires, on est amené à avoir un ressort de rappel très tendu qui freine d'autant plus les mouvements de la palette que ces mouvements sont de plus grande amplitude. Or ces vibrations de forte amplitude correspondent précisément aux notes graves, dont la reproduction se trouve ainsi défavorisée.

Ces moteurs équilibrés sont très généralement équipés avec une membrane à

Digitized by Google

bord libre. Cette membrane fonctionne comme celle d'une magnétodynamique. Toutefois le sommet décrit un arc de cercle et non une droite.

II. *Le haut-parleur magnétodynamique.* (fig. 6). — C'est un haut-parleur qui répond au but suivant: allier les qualités de sensibilité et de simplicité du magnétique aux qualités de fidélité du dynamique. La figure 6 représente schématiquement un moteur magnétodynamique Farrand. N et S sont les pôles d'un aimant permanent puissant qui est en général un aimant au cobalt. Cet aimant porte quatre pièces polaires n_1 s_1 n_2 s_2 qui concentrent dans deux entrefers réduits un flux intense. Entre n_1 et s_1 d'une part, n_2 et s_2 d'autre part, existe un champ magnétique uniforme puissant. Autour de deux pièces polaires s_1 et n_2 sont enroulées deux bobines identiques B et B′ dont les sens sont tels que, en les montant en série, les champs créés par un courant continu qui les parcourt soient de sens contraires.

Supposons qu'un courant continu circule de a vers b. Le champ qui existe dans l'entrefer n_1 s_1 va se trouver diminué du champ créé par la bobine B′; le champ qui existe dans l'entrefer n_2 s_2 sera au contraire augmenté.

Si on change le sens du courant, il en résulte pour le champ des variations de sens contraire. Si un courant alternatif parcourt les bobines B et B′, les variations des champs résultant dans les entrefers n_1 s_1 et n_2 s_2 seront décalées de π l'une par rapport à l'autre: quand l'un des champs croît l'autre décroît et inversement.

Un axe rigide T porte deux armatures parallélépipédiques en métal magnétique A_1 et A_2. Ces armatures sont soumises respectivement à l'action des champs magnétiques dans les entrefers n_1 s_1 et n_2 s_2. Au repos A_1 et A_2 ne sont pas exactement entre les pièces polaires, mais un peu en dehors de celles-ci.

Supposons que le flux croisse dans l'entrefer n_2 s_2: l'armature A_2 qui est un peu en dehors de cet entrefer, va se trouver attirée latéralement vers lui, de telle sorte que la réluctance du circuit magnétique diminue. En même temps, l'attraction de n_1 s_1 sur l'armature A_1 décroît.

Par suite, l'axe T se déplace. Il est maintenu par les deux ressorts S_1 et S_2 qui ne sont pas des ressorts de rappel, mais qui ont seulement pour objet de conserver le centrage de l'axe T tout en lui permettant des déplacements latéraux.

Remarquons qu'il est très important qu'aucun courant continu ne circule dans

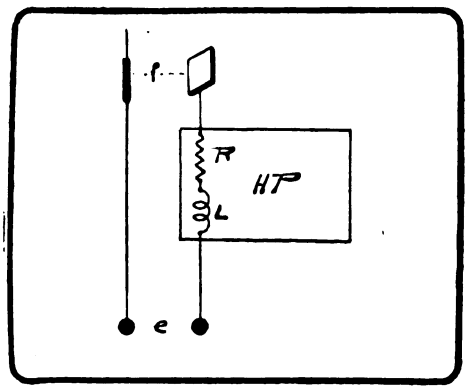


FIG. 8

les bobines B et B′; il en résulterait en effet une asymétrie dans les actions des entrefers sur les armatures A_1 et A_2 et l'introduction d'harmoniques nuisibles dans les sons reproduits.

L'équipage mobile du moteur magnétodynamique que nous venons de décrire pèse seulement 4 gr. 5 et peut subir des déplacements latéraux de l'ordre de 3 m/m ce qui lui permet de reproduire parfaitement les notes graves.

III. *Le haut-parleur électrodynamique.* — Rappelons en deux mots la constitution et le fonctionnement d'un haut-parleur électrodynamique (fig. 7). Une petite bobine (moving coil), très légère, est placée dans le champ d'un électro-aimant, et est parcourue par les courants de basse fréquence. Sous l'action de ces courants, elle se déplace, l'amplitude des déplacements pouvant atteindre plusieurs millimètres.

La bobine mobile est solidaire d'un cône rigide ayant le plus souvent un diamètre de 17 à 25 centimètres, et une ouverture voisine de 90°. Ce cône, très rigide agit sur l'air à la manière d'un piston.

Un haut-parleur électrodynamique comprend, en premier lieu un châssis métallique rigide, composé d'un carter qui renferme le transformateur de liaison et le filtre de fréquences hautes, et qui supporte la culasse de l'électro-aimant; à cette culasse est fixé le berceau, cône métallique ajouré, rigide, qui maintient le cône-piston par l'intermédiaire d'un anneau souple.

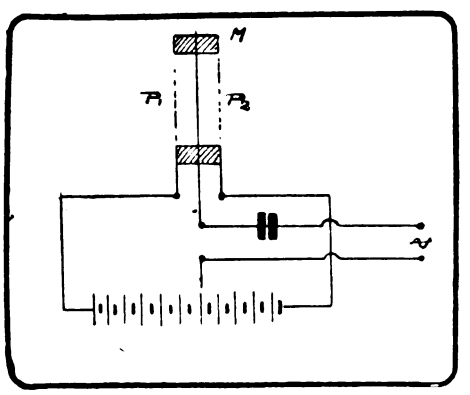


FIG. 9

Ce qui importe pour l'excitation de l'électro-aimant, ce sont les ampère-tours: on peut indifféremment employer, soit un courant de faible intensité, qui traverse un grand nombre de spires, soit un courant de forte intensité, la bobine comportant alors un nombre beaucoup plus petit de spires. Dans le premier cas, l'excitation se fait sous une tension d'une centaine de volts avec un débit voisin de 75 milliampères; dans le second cas, on aura environ 1 ampère sous 6 à 12 volts. Le champ produit peut atteindre 6.000 à 9.000 gauss. Les bobines d'excitation porteront environ 40.000 spires dans le premier cas, et 12.000 dans le second.

Nous avons signalé l'intérêt qui s'attache à diminuer autant que possible l'inertie du système mobile. La « moving coil » porte généralement 100 à 150 spires de 6/100 au moins. Dans le haut-parleur Rice Kellog, par exemple, elle est constituée par 4 couches de 30 spires chacune, de fil émaillé de 18/100, le tout bobiné sur une carcasse cylindrique très mince en papier. Chaque couche est séparée de la suivante par une feuille de papier de 2/100 de mm. La rigidité nécessaire résulte de l'imprégnation d'un vernis spécial.

L'impédance d'une telle bobine est très faible, et il est indispensable de lui associer un transformateur dont le rapport, naturellement fonction de l'impédance, demande à être soigneusement étudié.

Dans certains types de haut-parleur, la bobine mobile a une impédance qui est de l'ordre de celle des tubes BF de sortie: on obtient ce résultat en augmentant le nombre de spires; par contre l'entrefer est plus grand, et on est obligé d'augmenter beaucoup la puissance d'excitation.

Dans d'autres, au contraire, le Point Bleu par exemple, la bobine est réduite à une seule spire ce qui devrait diminuer l'inertie de l'équipage mobile. Mais cet avantage est conte-balancé par la nécessité où l'on se trouve d'amener le courant à cette spire au moyen de conducteur assez gros, donc présentant une rigidité nuisible. Dans le H.-P. Pearless ces deux conducteurs sont deux lamelles de cuivre qui assurent en même temps le centrage de la spire et la ramènent à sa position de repos.

Il est indispensable de maintenir la bobine mobile pour la centrer exactement par rapport aux pièces polaires et l'em-

Digitized by Google

pêcher de venir en contact avec elles. En outre cette suspension doit être aussi souple que possible pour que l'inertie demeure faible.

Le cône a généralement, ainsi que nous l'avons vu, un diamètre de l'ordre de 20 centimètres. La bobine est fixée au sommet tronqué du cône. Sur sa grande base, le cône est relié au berceau par une couronne souple en caoutchouc, en peau mince ou en toile huilée. Il doit être absolument apériodique et, dans ce but, on est amené à utiliser des cônes obtenus en collant des couches superposées de papier, de toile, de soie, etc...

Enfin, la bobine est reliée à l'amplificateur basse fréquence par l'intermédiaire d'un transformateur qui demande à être très soigneusement établi. Son primaire doit pouvoir laisser passer un courant de 50 à 70 milliampères, et le rapport doit être bien étudié et adapté au type du tube de sortie employé. On trouve actuellement dans le commerce un électrodynamique dont le transformateur d'entrée est à prises, ce qui permet de faire facilement cette adaptation.

Un dernier organe figure enfin dans les bons électrodynamiques : c'est le filtre de fréquences hautes. Au-dessus de 4 à 5.000 périodes, le cône cesse d'agir uniquement comme piston mais il agit en outre par ses vibrations propres. Le filtre a pour effet d'amortir les courants de fréquence supérieure à 4.500 ou 5.000.

L'écran ou baffle. — Un haut-parleur magnétodynamique ou électrodynamique ne « rendra » vraiment bien que s'il est muni d'un écran. Supposons, en effet qu'on le fasse fonctionner seul. Que se passe-t-il? Une des faces du cône comprime l'air tandis que l'autre face le raréfie. Les deux ondes sonores créées par chacune des faces sont en opposition et leur résultante est l'extinction du son.

Il suffit donc de séparer ces deux ondes, en encastrant le diaphragme au centre d'un écran qui ne puisse pas vibrer. L'intensité sonore est considérablement accrue par ce procédé. En supposant les dimensions du diaphragme petites par rapport à la longueur d'onde du son transmis, l'énergie rayonnée est mesurée par:

$$E = d\ \frac{128\ \pi\ f^6\ S^3\ A^2}{27\ V^3}\ \text{ergsd}$$

en désignant par d la densité du milieu de transmission, f la fréquence S la surface du diaphragme, A l'amplitude de

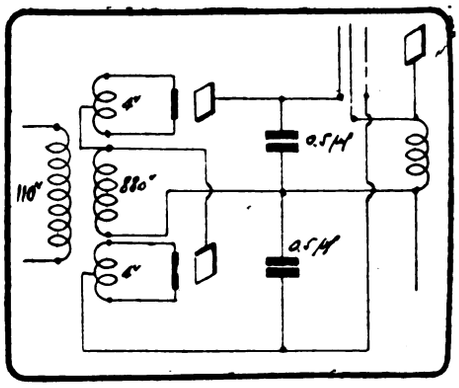


Fig. 10

la vibration et v la vitesse du son dans le vide.

Dans le cas où on se sert d'un écran, la formule devient

$$E_1 = d\ \frac{4\ \pi^3\ S^2\ A^2\ f^3}{V}\ \text{ergs}$$

L'énergie rayonnée, pour une fréquence de 5.000 p. d. est environ cinq fois plus grande dans le second cas que dans le premier.

Pour une fréquence de 60 p. s. elle sera cinq mille fois plus grande dans le second cas que dans le premier. Ceci explique que les notes graves soient pratiquement supprimées lorsqu'on n'emploie pas d'écran.

Pour que le haut-parleur puisse reproduire la fréquence 30, l'écran doit mesurer 2 m. 80 de côté. Cette dimension s'abaisse à 1 m. 30 si l'on veut seulement faire reproduire les fréquences audessous de 60 périodes par seconde. Ceci est très suffisant dans la pratique.

Remarques générales. — Dans cette brève étude, nous avons examiné, individuellement, quelques types de haut-parleurs. Il reste à préciser les conditions du bon fonctionnement du tube de sortie de l'amplificateur de basse fréquence, associé au haut-parleur. Ce dernier doit présenter une grande impédance par rapport à celle de la lampe. La figure 8 représente, schématisé, le circuit de plaque de la lampe. P est la résistance intérieure de la lampe, R et L la résistance dionique et l'impédance du haut-parleur. Si on applique au circuit une force électromotrice e, il se crée un courant d'intensité

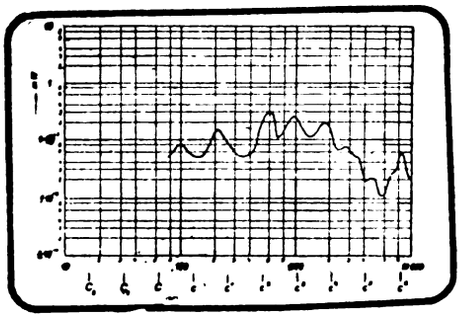


Fig. 11

$$i\ \frac{e}{\sqrt{(R+\rho)^2+L^2\ \omega^2}}$$

Dans la pratique ρ est au moins 2,5 à 3 fois plus grand que R. La formule précédente peut donc être remplacée par la suivante

$$e = i\ \sqrt{\rho^2 + L^2\ \omega^2}$$

La consommation à l'intérieur de la lampe, c'est-à-dire dans la résistance ρ, doit être aussi faible que possible pour une consommation totale déterminée. La condition est donc $L\ \omega > \rho$

Supposons que nous mettions comme tube de sortie une lampe ordinaire. ρ est de l'ordre de 25.000 ohms, et en prenant $L\ \omega = 3\ \rho$, on aura approximativement $L\ \omega = 80.000$ ohms.

Il faut transmettre la bande de fréquences comprise entre 100 et 3.000. Ceci entraîne

$$L\ \omega_{100} = 80.000$$

Donc L doit être voisin de 12 henrys.

L'obtention d'une telle self dans les enroulements du H.-P. est difficile dans la pratique. On peut, soit diminuer ρ (c'est ce qui a lieu avec les lampes actuelles de puissance) soit monter un transformateur de sortie.

IV. *Le Haut-Parleur électrostatique.* — Ce haut-parleur répond dans son principe à 2 buts: avoir une très grande surface attaquant l'atmosphère pour agir directement sur une masse d'air importante; présenter une inertie aussi faible que possible pour être fidèle; enfin recevoir son mouvement en tous les points de la surface.

Principe. — Il est très simple. Un H.-P. électrostatique peut se ramener à une plaque métallique rigide P_1 et une plaque mince P_2, ces plaques se faisant vis-à-vis. L'ensemble P_1 P_2 constitue un condensateur. Relions ses armatures à une source de 1000 volts par exemple. Superposons à cette tension permanente celle due aux courants téléphoniques qui proviennent de l'amplificateur BF. La

Digitized by Google

plaque P_2 va osciller à la fréquence de ces courants.

Le phénomène sera d'autant plus sensible que les plaques P_1 et P_2 seront plus voisines et que le coefficient du diélectrique qui la sépare sera plus grand.

En pratique, voici comment est constitué un H.-P. électrostatique (fig. 9). Deux plaques métalliques épaisses P_1 et P_2 sont portées à une différence de potentiel très élevée. Une membrane métallique M très légère est placée entre les plaques P_1 et P_2 et peut se déplacer si l'action des forces électriques auxquelles elle est soumise et entraîne l'air extérieur à travers les orifices dont sont percées les armatures P_1 et P_2.

La différence de potentiel alternative est appliquée entre les armatures fixes et la membrane à travers un condensateur. En l'absence de courant alternatif variable, la force d'attraction est nulle. Si, au contraire, une différence de potentiel alternative faible d V se superpose au champ constant, la membrane est soumise à la force

$$F = \frac{2\,K\,V\,d\,V}{l^2}$$

en désignant par e la distance P_1 P_2 et par V la différence de potentiel appliquée entre les armatures.

Réalisation pratique du H.-P. électrostatique. — Les plaques P_1 et P_2 ont un diamètre de 30 à 40 centimètres. La membrane vibrante est en alliage d'aluminium et pèse environ 40 grammes au mètre carré. La résonance de cette membrane se fait au-dessus du spectre sonore, soit environ à 15.000 périodes. Les flasques latérales sont ajourées de trous de 1 centimètre, sur environ le tiers de leur surface.

On a intérêt à établir entre les armatures P_1 et P_2 une différence de potentiel aussi élevée que possible, qui peut atteindre plusieurs milliers de volts. L'excitation se fait le plus souvent en utilisant un montage se doublant de tension (fig. 10). Les 2 condensateurs de 0,5 m.f. sont montés en série et sont chargés alternativement par chacune des valves. Avec un transformateur de rapport 1/8 on obtient entre les bornes extrêmes des deux condensateurs une différence de potentiel

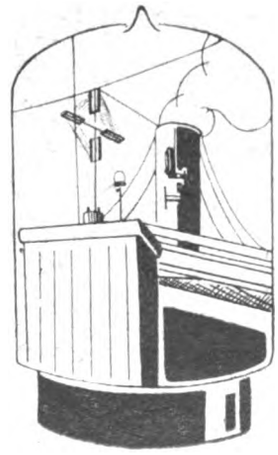
de $2 \times 880 \times \sqrt{2} = 2.400$ volts.

L'impédance du H.-P. est de l'ordre de 30.000 ohms, et il doit être branché au dernier étage d'amplification soit au moyen d'un transformateur soit par l'intermédiaire d'une self de forte valeur.

La figure 11 donne la courbe de réponse de l'un des H.-P. électrostatiques que l'on trouve actuellement dans le commerce.

P. BLANC.

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.



Digitized by Google

TÉLÉPHONIE

La Téléphonie automatique expliquée

par R. TABARD

La Téléphonie Automatique n'est pas une chose nouvelle, mais cela ne saurait diminuer en rien son intérêt ni même son actualité.

C'est pourquoi nous pensons être dans notre rôle d'informateurs techniques en lui consacrant l'article qui suit.

Le lecteur curieux y trouvera en première lecture, une idée de la Méthode employée, laquelle ne varie guère en dépit des nombreux systèmes existants.

Celui qui, plus soucieux d'apprendre, voudra bien suivre les circuits le crayon à la main, verra comment la dite méthode est appliquée.

Il le verra d'autant plus facilement que nous avons pris soin, à son intention, de donner dans notre texte de nombreuses FIGURES-REPÈRES qui lui permettront de se reporter aux mêmes points ou parties du schéma général.

Pour ne tromper personne, disons que si la lecture reposée est une affaire de minutes, l'étude attentive du schéma ne saurait se faire en moins d'une journée...

Précisons encore, pour terminer, que le système décrit a trait à un dispositif de téléphonie automatique privée, c'est-à-dire capable d'assurer l'intercommunication entre un nombre réduit de correspondants, et sans liaison, en principe, avec les lignes de l'administration.

LE *Q. S. T.* se devait de donner à ses lecteurs une étude bien explicite sur la téléphonie automatique. Nous n'osons dire que la chose est faite mais nous pouvons assurer que tous nos efforts ont été tendus vers ce but...

Ils ont, d'ailleurs, été singulièrement facilités par le choix d'un système à basse capacité, c'est-à-dire à petit nombre de lignes, ce qui implique l'idée d'une simplicité relative.

Ces points fixés, nous allons examiner dans l'ordre les généralités et termes techniques qu'il faut connaître. Nous verrons ensuite quelles fonctions il faut assurer et comment on y parvient.

I. — *Généralités.*

Nos lecteurs connaissent bien le *disque d'appel* qui équipe déjà un grand nombre de *postes d'abonnés*. Ils savent aussi que ce *disque* permet d'obtenir directement le numéro désiré sans passer par une opératrice.

Dans ces conditions, il est intéressant de savoir ce qui se passe dans les différents circuits quand on procède aux manipulations indiquées.

La figure 1 montre le *disque* cité, lequel est aussi appelé *cadran d'appel.*

C'est l'organe de commande par excellence puisque c'est lui qui détermine la *sélection* du poste demandé.

En fait, c'est un véritable *système de Télégraphie,* lequel s'apparente fort à l'ancien *Bréguet.*

Nous avons réuni, figure 1, ces différents appareils afin d'en permettre

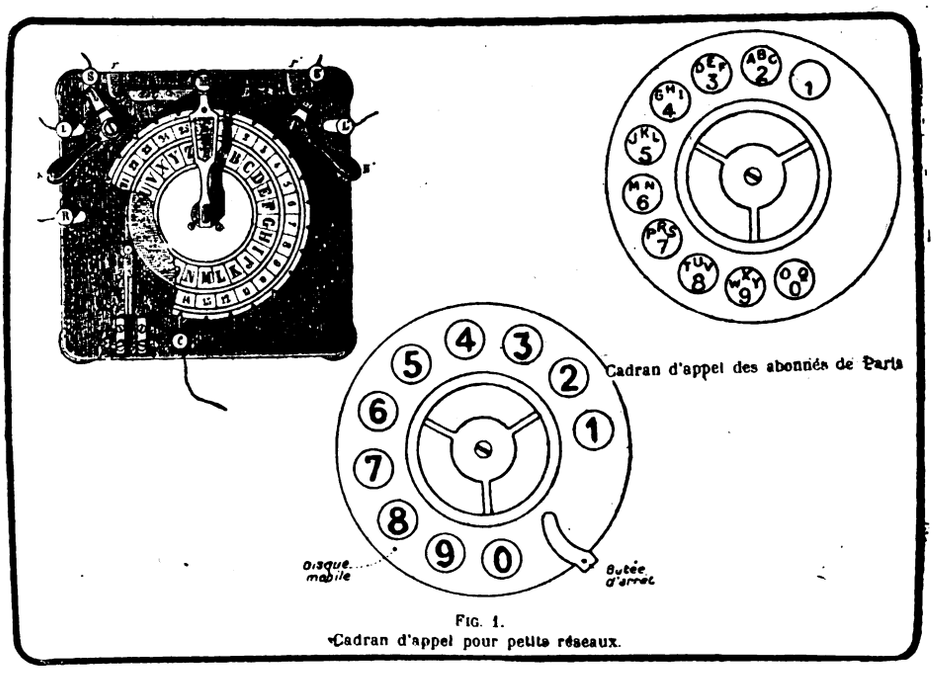


FIG. 1.
Cadran d'appel pour petits réseaux.

Fig. 1

Digitized by Google

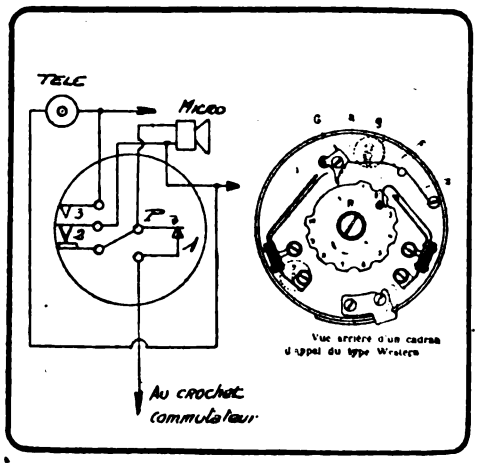


Fig. 1 bis.

une comparaison d'ailleurs documentaire.

On voit, à gauche, le cadran du Bréguet, avec au bas et à gauche le système d'envoi des impulsions, au centre se trouve un cadran d'appel pour connecteur à faible capacité. Il se distingue de celui de droite par sa numérotation qui est simple, allant de 1 à 0, ce dernier chiffre correspondant en réalité à 10.

Quant à ce dernier on voit qu'il diffère du modèle central par des lettres indicatrices de Bureau.

La figure 2 montre, à gauche, le schéma de principe d'un disque d'appel.

La palette *p* et le contact 1 forment le système d'envoi des impulsions.

Il faut noter ici que les impulsions sont, non pas des émissions de courant, mais, au contraire, des interruptions de courant, ce qui est rendu possible par la mise sous tension de la ligne, du fait de la manœuvre du crochet commutateur. Une *impulsion* est donc obtenue quand le contact *p*-1 est rompu. Les contacts 2 et 3 se ferment alors et, par

Fig. 1 ter.

suite, court-circuitent le microphone et l'écouteur qui se trouvent en série dans le circuit d'envoi des signaux.

Au centre, on voit un disque d'appel monté.

Pour l'emploi, on place l'index dans le trou correspondant au premier chiffre de l'indicatif à envoyer et on fait tourner le cadran jusqu'à ce que le doigt se heurte, en bas et à droite à une *butée* prévue à cet effet.

Si le premier chiffre à envoyer est 1 on voit que l'on a quand même une certaine course de disque, c'est ce que l'on appelle le *temps perdu*.

Pour tous les autres chiffres, l'envoi étant fait aussi régulièrement que possible, on a l'action du *ressort de rappel* tempérée par un régulateur de vitesse à force centrifuge.

Celui-ci, qui n'a pu trouver place sur nos dessins est du même type, toutes proportions gardées, que ceux utilisés sur les moteurs à ressorts de phonographes.

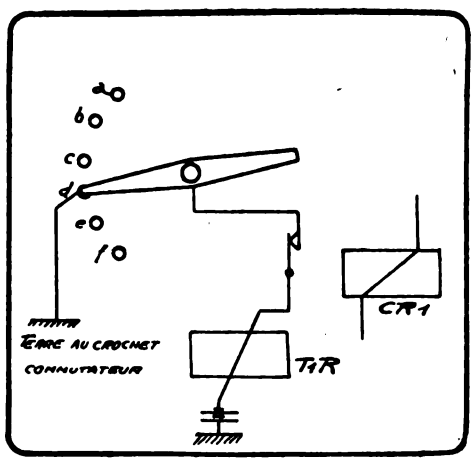


Fig. 3.

L'ensemble du signal d'appel est complété, dans le cas de plusieurs bureaux à choisir, par les trois premières lettres du bureau desservant le poste demandé. On aura ainsi, par exemple, pour : ELYSEES 18-30, l'indicatif : E. L. Y. 1.8.3.0., ce qui, mis en chiffre donnera 3. 5. 9. 1. 8. 3. 0.

Pour le fonctionnement, nous avons vu sur le schéma de gauche, que chaque impulsion correspond à l'ouverture de la ligne par le contact *p*-1. Le croquis de droite montre la disposition réelle de ce système de coupure.

S est le ressort et contact qui shunte le micro et l'écouteur, *i* est le contact d'impulsion, *g* est un galet qui en commande l'ouverture et la fermeture.

Le courant étant mis sur la ligne par l'enlèvement du combiné qui maintenait baissé le *crochet commutateur*, on procède à l'envoi de l'indicatif demandé.

Cette opération est désignée sous le nom générique d'*armement du disque*.

Après le cadran d'appel vient, au poste *central* cette fois, un appareil es-

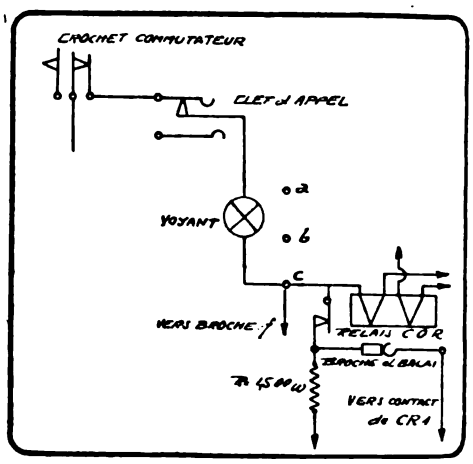


Fig. 4.

sentiel qui est le *sélecteur*. Cet appareil peut être considéré assez schématiquement comme un jeu de manettes se déplaçant en même temps sur un jeu de clavier à plots.

En réalité, c'est un ensemble de broches disposées symétriquement sur un demi-cylindre, les manettes étant des *balais* ou *frotteurs* montés sur des arbres verticaux en mouvement permanent, ceux embrayant sur les balais ou mieux sur les chariots porte-balais au moyen d'une transmission déformable, laquelle est commandée par électro-aimant.

Les demi-cylindres portant les broches sont appelés arcs des sélecteurs, ils sont dits *multiples* quand plusieurs modèles sont montés sur un même bâti (ou baie) et que leurs broches de même nom sont reliés par des connexions.

Ils ont pour fonction de *chercher la ligne demandée*, ce qui fait qu'on les appelle, du moins dans certaines formes et dans certains cas, des *chercheurs de ligne*.

Enfin, quand le chariot porte-balais avance d'un rang de broches, ou pas, par impulsion, on a un *chercheur dit pas à pas*.

La mise en route d'un chercheur sous l'action d'un *train d'impulsions* peut

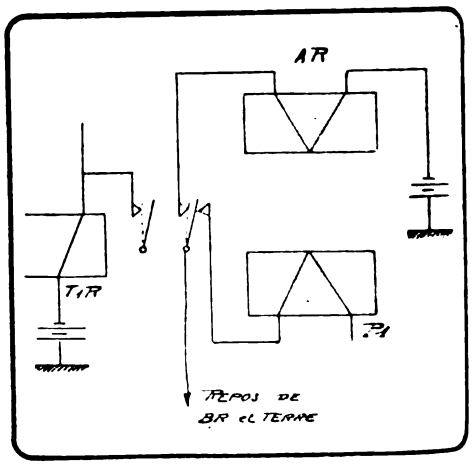


Fig. 5.

Digitized by Google

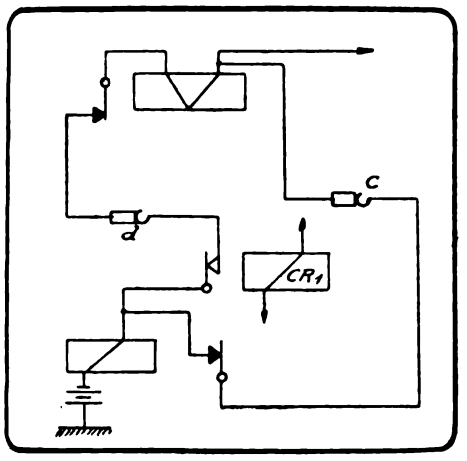


Fig. 6.

être obtenue *directement* ou *indirectement*, à travers un dispositif spécial appelé *enregistreur* et dont la fonction est de transformer le numéro reçu, d'établir la connexion poste demandeur à poste demandé et de redevenir libre.

Dans ce cas, on doit prévoir ce que l'on appelle une *présélection* qui utilise elle-même un *circuit de connexion* formé par un *chercheur primaire* et un *chercheur secondaire*. Ces dispositifs ont pour but de tirer des lignes tout le trafic possible avec le moins de matériel possible.

Dans le cas des petits bureaux, cas que nous étudions ici, les choses sont infiniment plus simples puisque l'on utilise une recherche directe de la ligne demandée.

II. — *Fonctions à assurer.*

Les fonctions à assurer sont définies par la fonction même de l'automatique et qui est comme le nom l'indique, de réaliser automatiquement une intercommunication.

Voici leur nomenclature établie dans l'ordre où elles doivent s'exercer :

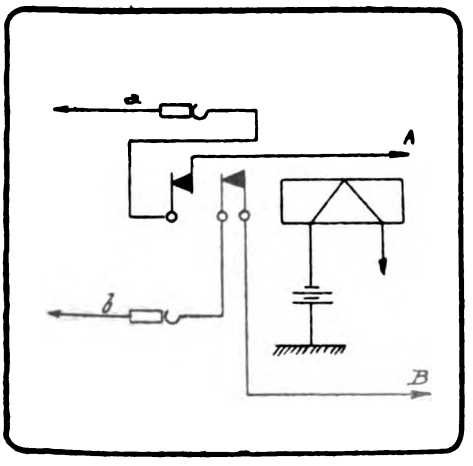


Fig. 7.

1. Libération du crochet commutateur, ce qui est obtenu quand l'abonné décroche son combiné ;
2. Recherche de la ligne appelante par le chercheur de ligne du Central;
3. Signal de rencontre de la ligne ;
4. Protection de la ligne ;
5. Envoi de l'indicatif ;
6. « Test » de la ligne demandée ;
7. Si la ligne demandée est libre, envoi de signaux de sonnerie ;
8. Coupure des dits signaux quand le poste demandé décroche à son tour pour répondre ;
9. Conversation ;
10. Cas où la ligne demandée est occupée ;
11. Signalisation de l'occupation au poste demandeur ;
12. Fin de conversation et retour au repos des appareils.

Pour suivre ces différentes opéra-

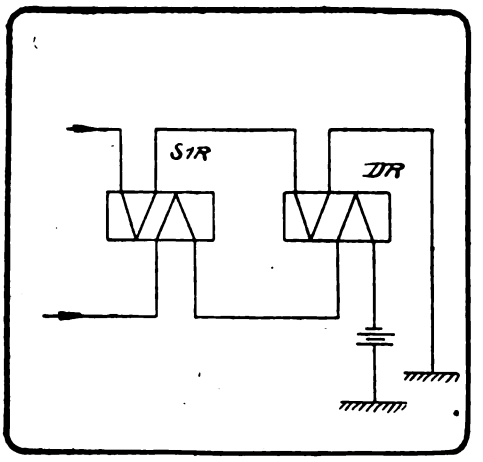


Fig. 8.

tions, il faut nous reporter à la figure 2 qui donne le schéma général d'un poste d'abonné et d'un connecteur automatique.

On aurait pu représenter deux postes, un *appelant* et l'autre *appelé*, mais comme chaque poste peut être à la fois appelant ou appelé, nous n'avons pas jugé utile de donner cette complication. Ceci dit nous passons à l'examen des fonctions susénoncées en priant le lecteur de suivre sur le schéma, figure 2.

I. — *Libération du crochet commutateur.*

Le *circuit de mise en marche* (en bas et à gauche du schéma) se ferme à travers le poste demandeur.

Pour la facilité de la lecture nous adopterons les notations suivantes :

B désigne une batterie, à deux éléments = 48 volts, à un seul élément = 24 volts.

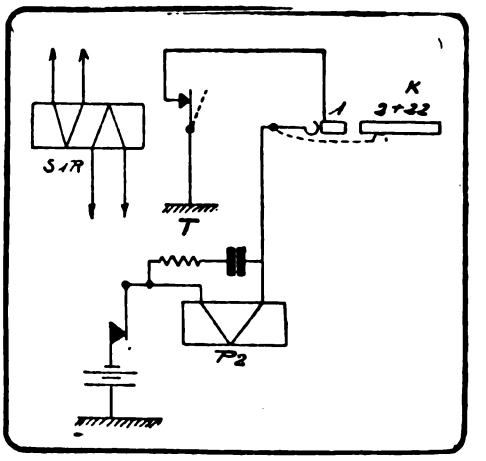


Fig. 9.

T désigne une terre, à ce sujet, les circuits, pour plus de commodité sont représentés en longueur, de sorte qu'un conducteur ayant une terre à ses deux extrémités forme un *circuit fermé*.

R indique une résistance, cette notation est complétée par la valeur de la résistance représentée.

Les RELAIS sont indiqués par leurs lettres caractéristiques, leur position : armature attirée est indiquée par un + et se lit *plus*, ou *travail de*, armature non attirée est indiquée par un — et se lit *moins* ou *repos de*.

Revenant à notre point de départ, nous voyons l'abonné qui décroche.

Le *circuit de mise en route* se ferme alors par :

B. CR + R1.500 ω rep. COR voyant, clé d'appel et T au crochet commutateur. A titre d'exemple, nous reprenons cette nomenclature en traduisant .

Le circuit de mise en route se ferme alors par :

B = batterie, celle-ci mise à la terre mais on ne cite la terre qu'une fois, ce qui dispense de dire T = terre, B = batterie, etc.

Une bonne méthode de lecture consiste à partir des *terres* ou des *batteries*

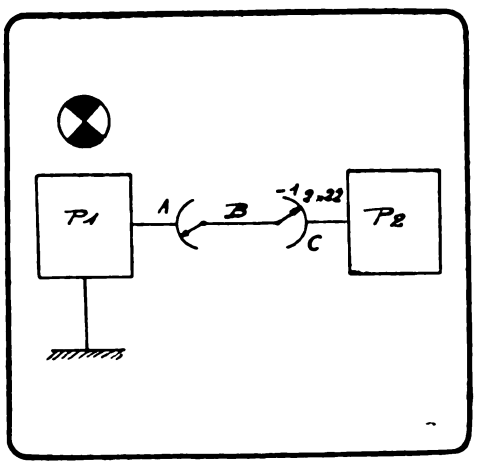


Fig. 10.

Digitized by Google

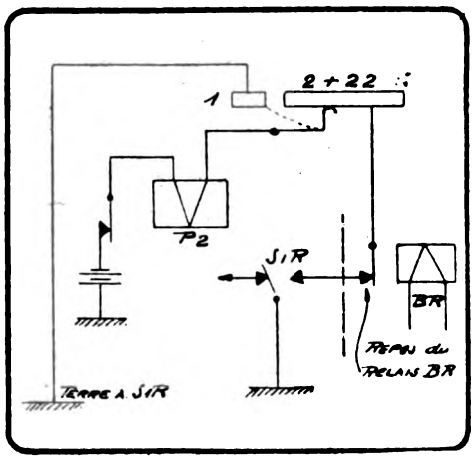


Fig. 11.

en notant les circuits qui se ferment au passage du courant.
CR + = Relais CR attiré.

R1500 ω = Résistance de 1500 ohms.

Rep. COR. Repos du relai C. O. R. Voyant, clé d'appel et terre.

Le *circuit de sonnerie* est alors *coupé,* le circuit d'appel (voyant et clé d'appel) étant *fermé.* Toutefois, le voyant (27 ω) ne fonctionne pas à cause de la R 1500 ω en série.

C'est pour l'instant, tout ce qu'il y a lieu de considérer pour le poste d'abonné placé à gauche de la ligne pointillée. Il nous faut nous transporter maintenant au poste central où le poste d'abonné arrive par la ligne à trois fils, *a, b,* et *c.*

Pour la facilité de la lecture, nous conserverons l'usage des frotteurs et claviers à plots pour représenter les chercheurs (figure 3).

La terre est alors mise sur la broche *d* comme le montre la figure 4.

Le poste d'abonné ne peut donc plus recevoir d'appels mais il peut en envoyer, le circuit intéressé étant fermé. Le relais CR (circuit de mise en marche) commande le démarrage du chercheur de lignes.

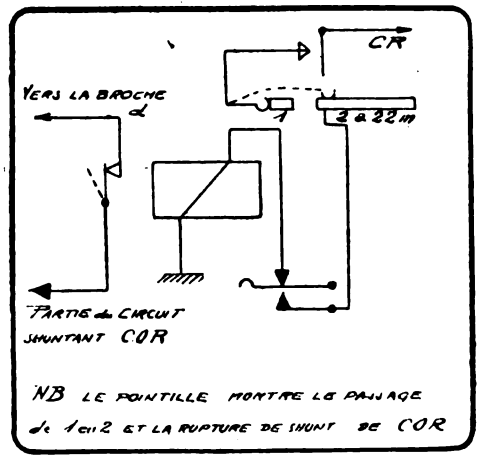


Fig. 12.

Ce travail est effectué par l'intermédiaire du relai TR1 dont le circuit est :

Batt. rep. C R, balai m en position 1 sur l'arc du sélecteur, (les broches 2 à 22 étant reliés ensemble et isolés par rapport à la broche 1).

Clé BK, CR_1 et terre.

Ce relais (CR_1) commande l'électro de démarrage du chercheur, lequel est noté P_1.

Son circuit est : Batt. Trav. de CR_1, interrupteur de P_1, électro P_1 et terre au repos de BR.

Le balai B explore alors l'arc *a, b, c,* et *d* du chercheur de lignes.

La terre étant sur le fil *d* comme il a été indiqué plus haut, il se forme un circuit comprenant : terre en *d,* balai B, repos re CR_1, relais T_1R et terre.

Ceci a pour effet de faire fonctionner T_1R (figure 5), d'où coupure du circuit de l'électro d'entraînement P_1.

Il s'ensuit que le chercheur s'arrête sur le fil *d* de la ligne appelante.

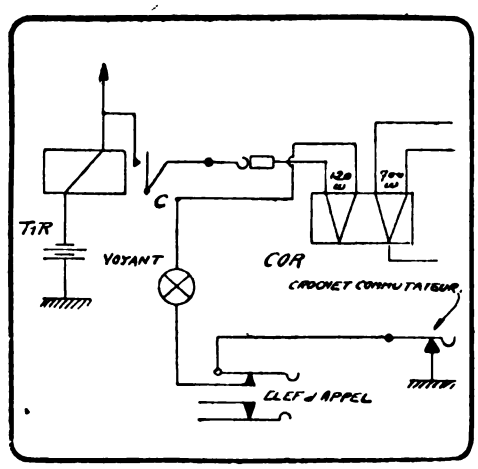


Fig. 13.

A ce moment, le circuit du voyant est : terre à travers le crochet commutateur-clé d'appel, voyant, broche et balai *d,* travail de C_1R, enroulement de 200 ω du relai CR.

Le voyant fonctionne indiquant la prise de la ligne appelante par le connecteur.

La coupure de P_1 a pour effet de fermer le circuit de AR comme l'indique le pointillé de la figure 5. Pendant ce temps, le relais COR s'est trouvé court-circuité à travers le balai *d* (figure 6),

Tant que le sélecteur reste en position 1 ce court-circuit persiste.

On a donc :

Appareil décroché — Voyant au repos, recherche de la ligne appelante par le chercheur de ligne, ligne trouvée, arrêt du chercheur et fonctionnement du voyant.

Le relais AR a fonctionné consécutivement, donnant :

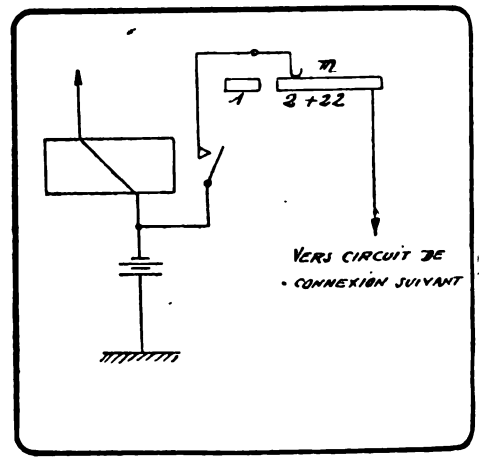


Fig. 14.

Premier et deuxième contacts de gauche de AR (figure 7), lesquels ont pour effet de fermer (on dit aussi de boucler) le circuit d'envoi d'appels à travers le poste de l'abonné demandeur.

Le circuit d'appels se ferme alors par les connexions indiquées figure 8. Le relais S1R fonctionne seul, le relais DR étant *différentiel,* c'est-à-dire ayant deux enroulements égaux mais en sens inverse, de sorte qu'il ne fonctionne que seulement quand un seul de ses enroulements est traversé par le courant.

Le relais S_1R a pour effet de faire passer le sélecteur partant de 1 en position 2 qui est celle d'attente correspondant à l'envoi par le poste demandeur des signaux d'appel. Ce travail du sélecteur est effectué de la façon suivante :

S_1R fonctionne, ce qui met son armature déjà mise au sol en contact avec l'entrée de l'électro P_2 dont la sortie porte une batterie. Le circuit de cet électro qui est celui de progression du combineur se ferme à travers la broche et balai 1 de K. Le fonctionnement de cet électro a pour effet de faire passer le balai 1 en 2 et consécutivement de couper le circuit du sélecteur qui s'arrête en position 2.

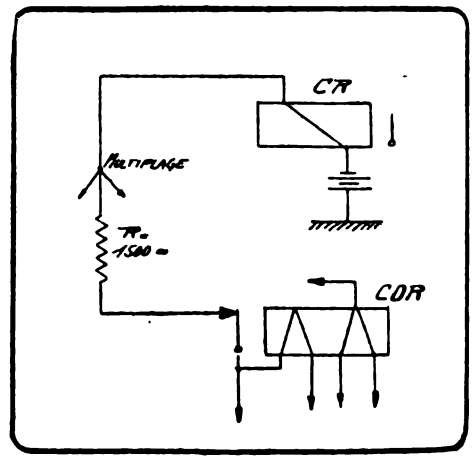


Fig. 15.

Digitized by Google

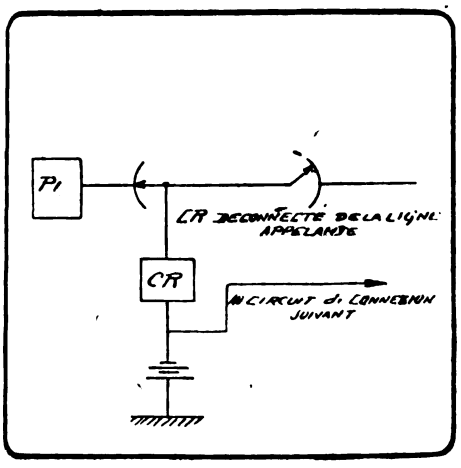


Fig. 16.

Au point de vue schématique on a (figure 10) le poste appelant P_1 relié au circuit de connexion B à travers le chercheur de lignes A. Le sélecteur C est en position 2 et prêt à recevoir l'indicatif du poste demandeur.

Au départ, la position du *chercheur* peut être quelconque, le *sélecteur* au contraire doit être au repos.

Dans la position indiquée figure 11, on voit 1° que le circuit relié au balai K est ouvert et 2° que les broches de l'arc K.2+22 sont reliées au contact de repos de BR.

Quand le sélecteur quitte la position 1 en *m*, le circuit de CR_1 se trouve ouvert, ce qui a pour effet d'enlever le shunt de COR.

Le fonctionnement de COR ferme le circuit indiqué par la figure 13.

Aussi longtemps que le *sélecteur* reste en position 2+22, le contact de travail du relais de démarrage CR reste relié au circuit de connexion suivant (voir figure 11).

Le relais COR fonctionne, ce qui a pour effet de couper le circuit du relais CR qui vient au repos (figure 15).

Les relais ou électros qui ont fonctionné sont :

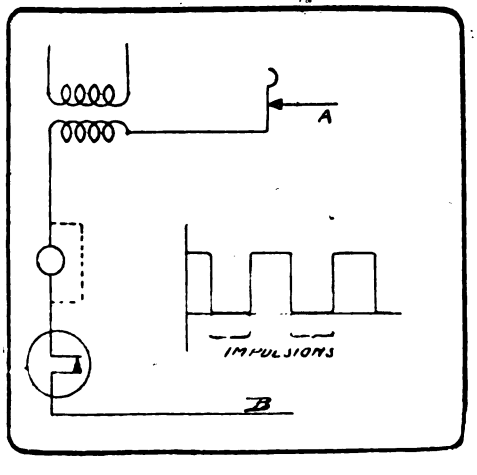


Fig. 17.

1. Au moment du décrochage :

C R +, CIR +, P_1+, T_1R+, COR en court-circuit et voyant au repos

CR_1+ donne encore T_1R+ d'où AR +.

AR+ donne S_1R+ et DR—, le repos de ce dernier relais s'expliquant comme il a été dit plus haut par son caractère différentiel (enroulements en opposition).

S_1R+ donne P_2+ et le sélecteur passe de position 1 en position 2.

T_1R en fonctionnant donne P_1 — en même temps que AR +.

Quand le sélecteur est en 2, CR_1 est — d'où COR + (par rupture du circuit de shunt).

COR + donne T_1R +, voyant + et CR —

On a, finalement, le circuit représenté par la figure 16.

Envoi des signaux indicatifs

Chaque impulsion (figure 17) revient à ouvrir le circuit de ligne AB.

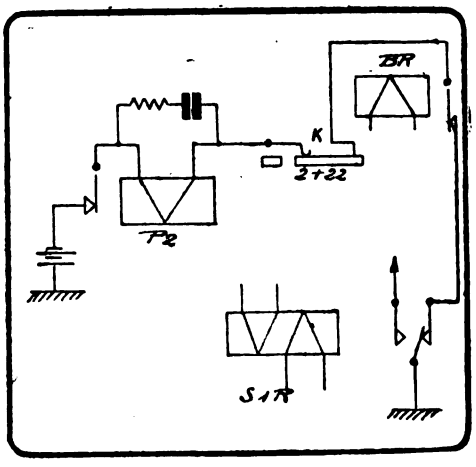


Fig. 18.

A chaque interruption de courant, le relais S_1R revient au repos.

L'électro d'entraînement du sélecteur fonctionne alors par le circuit indiqué par la figure 18.

Quand la première impulsion est envoyée, le circuit de ligne est à nouveau bouclé par le circuit de la figure 17 et S_1R est à nouveau attiré, coupant alors le circuit de P_2.

Sous son action le sélecteur II passe de la position 2 à la position 3.

Un nombre *n* d'impulsions ayant été envoyé, on a le circuit général indiqué par la figure 19.

Le poste appelant est relié à la broche n+1 du sélecteur, celle-ci correspondant à la ligne *n*.

La ligne à appeler *n'* n'est pas troublée.

En envoyant une deuxième impulsion, le combineur avance de *a* pas, il se trouve alors dans la position n+1+a

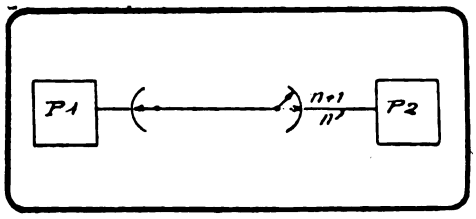


Fig. 19.

et de ce fait en communication avec la ligne appelée.

(Autrement dit, pour une position n du sélecteur, la ligne connectée est n-1, le poste décroche, le sélecteur passe en 1, envoi de l'indicatif, par exemple 8 impulsions = position 9 du sélecteur).

L'indicatif du poste appelé ayant été envoyé, l'abonné abaisse un instant la clé d'appel, ce qui met le fil B à la terre et déconnecte le fil A (fig. 20). Le relais DR (différentiel) fonctionne alors seul à travers le circuit indiqué par la figure 21.

Ce fonctionnement s'explique par le fait qu'un seul de ses enroulements est parcouru par le courant.

A l'instant où la clé d'appel est lâchée, le relais DR relâche pendant que le relais S_1R reste attiré.

Test de la ligne demandée

Ce « test » est réalisé par le relais DR qui ferme le circuit indiqué par la figure 22.

Le relais DR n'est + que pendant le temps où la clé d'appel est enfoncée.

Deux cas se présentent :

a) la ligne demandée est libre ;

b) la ligne demandée est occupée.

Voyons ce qui se passe dans chacun de ces cas.

a) La ligne demandée est libre, on a le circuit indiqué par la figure 23, lequel correspond à l'enclenchement du relais T_2R.

On a alors le circuit : terre en DR, T_2R, broche et balai i, poste demandé, retour et fermeture du circuit à tra-

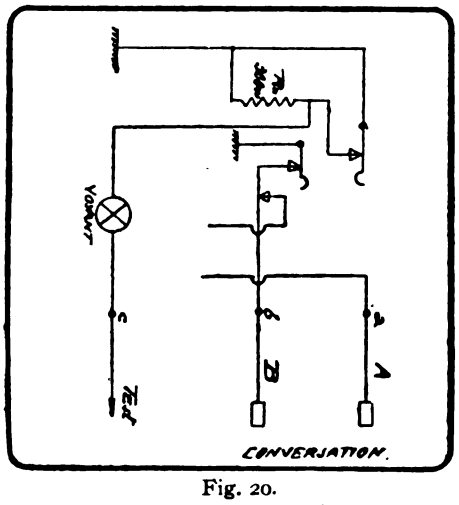
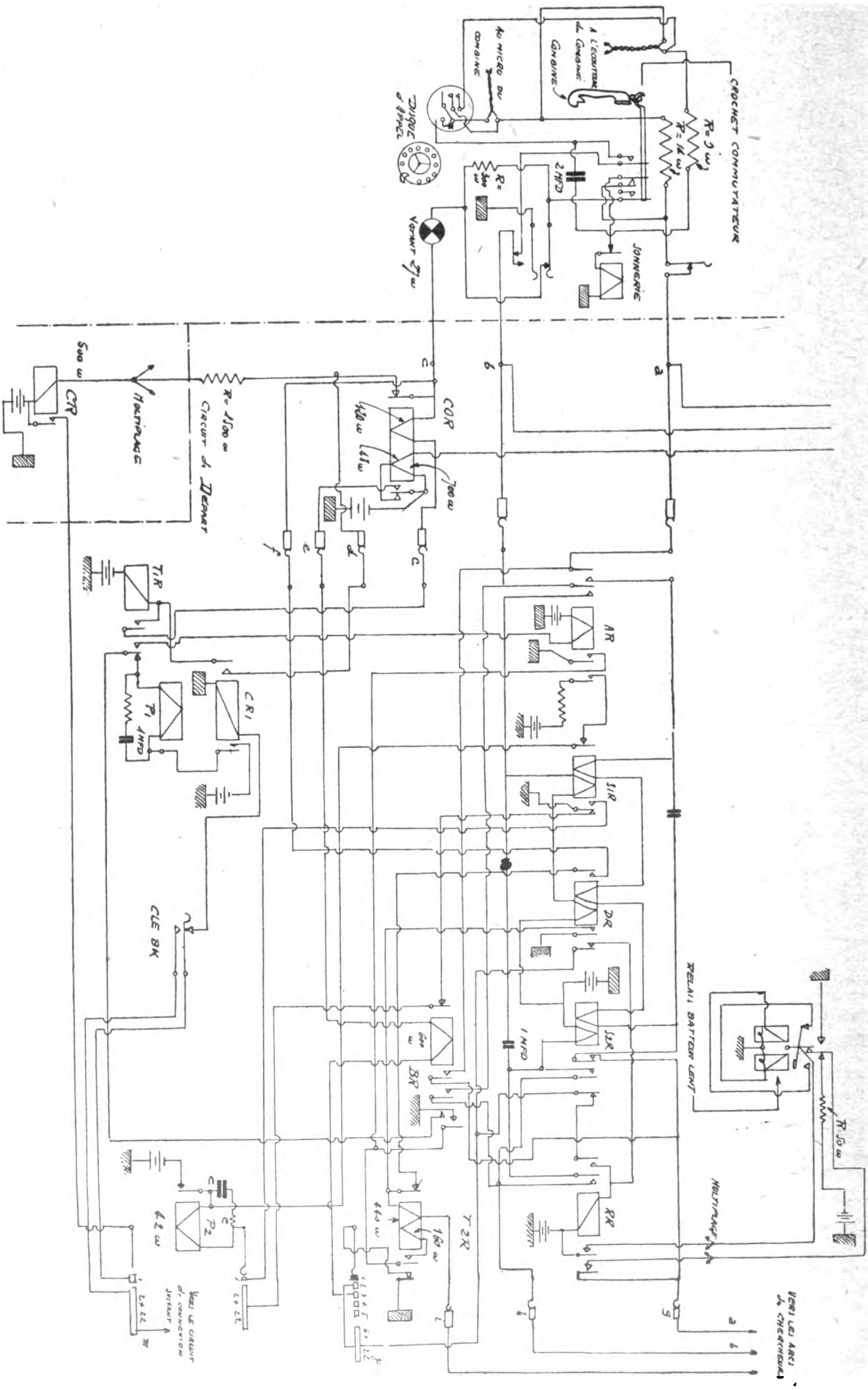


Fig. 20.

Digitized by Google

SCHÉMA GÉNÉRAL



Digitized by Google

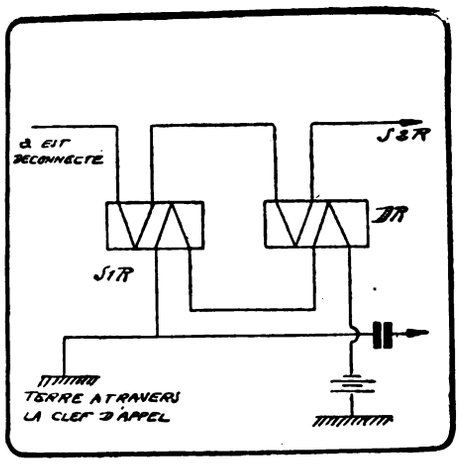


Fig. 21.

vers l'enroulement à faible résistance de COR.

Ce relais donne une batterie à son armature ; cette batterie commande l'enclenchement du relais T_2R.

b) La ligne demandée est occupée.

Ce relais COR étant +, il déconnecte la ligne appelante et met le relais CR au repos. L'enroulement à haute résistance de COR est alors en série avec l'enroulement de 45 ω (figure 24).

D'autre part, l'enroulement à basse résistance de T_2R shunte T_2R lui-même (figure 25). Par suite, T_2R ne fonctionne pas. L'occupation ou la non-occupation de la ligne demandée se reconnaît donc à l'enclenchement *ou* au non-enclenchement du relais T_2R.

Ligne appelée libre T_2R est +

Ligne appelée occupée T_2R est —

Etablissement d'une communication

La ligne demandée est libre.

Le relais T_2R est +, on a, par suite, le circuit de la figure 26.

Le relais COR est + puisqu'il commande l'enclenchement de T_2R.

Son fonctionnement réalise la protection de la ligne contre une autre communication.

Le relais T_2R ferme alors le circuit indiqué par la figure 27. On a : batterie, enroulement de RR, travail de DR, broche J du sélecteur, position de 2 à 22, et position n+1, travail de T_2R et terre.

Ce fonctionnement du relais RR a pour effet de mettre, figure 28, un enroulement de S_2R au fil *a* ou *b* de la ligne demandée, le circuit étant ouvert du côté de l'abonné. Le contact de droite (voir figure 28) du relais RR connecte la batterie au relais batteur lent du circuit de sonnerie.

Le dernier et troisième contact de RR connecte l'armature du relais batteur au fil *g* ou *h* de la ligne appelée.

Le relais batteur lent connecte le fil *g* à la batterie pendant 1/2 seconde et à la terre pendant trois secondes. La figure 29 illustre ce cas.

La figure 28 déjà citée montre comment le travail de RR connecte un enroulement de S_2R au fil *a* ou *b* de la ligne demandée, le circuit étant ouvert au circuit de l'abonné.

Le contact 1, à droite, met une batterie sur l'enroulement du relais batteur lent du circuit de sonnerie.

Le contact 2 connecte l'armature du relais batteur lent au fil *g* ou *h* de la ligne appelée. Le résultat de cette opération est le branchement périodique de la batterie sur le fil *g*, ce qui fait vibrer la sonnerie du poste demandé. Cette sonnerie s'arrête : 1° quand l'abonné demandé décroche ; 2° quand le demandeur raccroche.

Réponse de l'abonné demandé

Quand l'abonné demandé répond, le circuit de ligne est fermé et la sonnerie est déconnectée. Le relais batteur au moment où il met une terre sur le fil *g*

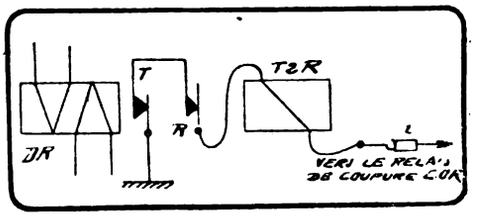


Fig. 22.

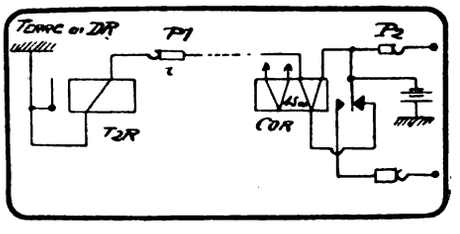


Fig. 23.

fait fonctionner S_2R car le circuit est bouclé par le fil *h*.

S_2R ferme alors ses deux contacts de travail, met le relais RR au repos et par suite le relais batteur. Le circuit est alors prêt pour la conversation.

Cas où la ligne demandée est occupée

Quand l'abonné demandeur abaisse sa clé d'appel, le relais T_2R reste au repos.

Ceci est dû, 1°) à la grande résistance de l'enroulement de COR en série et 2°) à ce que T_2R est shunté par l'enroulement de faible résistance de T_2R du circuit occupé. On a alors un circuit de la forme de la figure 30.

Ce circuit est constitué par T. travail de DR, repos de T_2R, travail de DR et balai *f*. Les relais T_1R et COR restent attirés mais le signal de supervision du poste d'abonné est en court-circuit.

Le voyant revient à sa position initiale indiquant l'occupation de la ligne demandée.

L'abonné raccroche

En raccrochant le combiné, le crochet commutateur revient au repos, ce qui a pour effet de déconnecter les trois fils a, b et c.

Par suite, les relais COR, T_1R et S_1R reviennent au repos. Le relais AR est mis au repos par : T_1R. Les relais T_2R et COR de la ligne appelante reviennent au repos au moment où le relais AR laisse retomber son armature.

Le *sélecteur* retourne à sa position initiale quand le demandeur raccroche à travers le circuit indiqué par la figure 31.

Ce circuit comprend : batterie, enroulement de P_2, balai K, broche K en position 2 à 22, repos de BR, S_1R et terre.

Le sélecteur revient en position 1, ce qui a pour effet de couper le circuit de P_2.

Le balai K est alors relié au contact de travail de S_1R.

Les courants microphoniques sont fournis à travers les relais S_1R et S_2R qui jouent également le rôle de bobines de self.

On voit, sans d'autres explications, que le commutateur automatique se substitue à l'opératrice pour réaliser *l'intercommunication*. Celle-ci envisagée sous l'angle réduit que nous venons de voir (21 lignes) est d'une extrême simplicité par rapport aux centraux à 10 et 100.000 lignes que nous examinerons par la suite.

IV. — *ORDRE DE FONCTIONNEMENT DES RELAIS.*

L'énoncé suivant peut être considéré comme une récapitulation.

Il sera utile, par suite, pour l'acquisition *d'une vue d'ensemble du fonctionnement.*

Ces points fixés, nous commençons sans autres préambules...

Quand l'abonné enlève son combiné du crochet commutateur celui-ci prend sa position de *travail* d'où mise à la

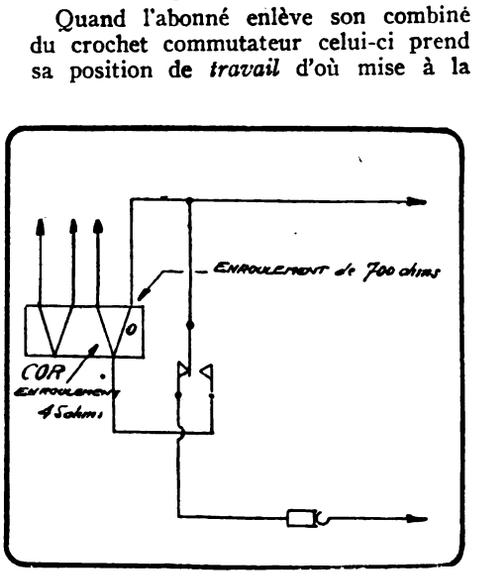


Fig. 24.

Digitized by Google

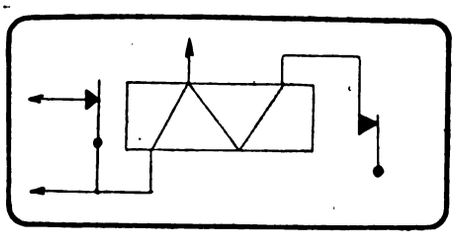


Fig. 25.

terre de son armature *extérieure* de droite.

Le circuit du RELAIS DE MISE EN MARCHE CR se ferme alors: par la terre du crochet du commutateur, le repos de la clé d'appel, l'enroulement du voyant, le fil *C*, repos de COR, résistance de 1.500 ohms, multiplage, enroulement du relais CR et batterie.

LE RELAIS CR FONCTIONNE

La terre se trouve mise en même temps sur la broche *d* (contre laquelle frotte un balai) laquelle correspond, sur l'arc du chercheur de lignes au fil de Test de la ligne appelante.

Le voyant est — par suite de la résistance = 1.500 ohms en série.

Le fonctionnement du relais CR déclenche le mouvement du *chercheur de lignes* dont l'électro de progression P1 est commandé par le circuit:

Batterie, contact de travail de CR, balais M du *sélecteur* final en position 1, clé BK relais CR1 et Terre.

LE RELAIS CR1 FONCTIONNE

Le fonctionnement du relais CR1 donne: Batterie, repos de l'électro P1, enroulement de P1, repos du relais T1R et terre au repos du relais BR.

Le chercheur de ligne se met alors en route jusqu'à rencontre de la *ligne appelante.*

L'ELECTRO DE PROGRESSION P1 DU CHERCHEUR DE LIGNES FONCTIONNE

Il ne revient au repos, comme nous venons de le voir, après rencontre de la ligne appelante.

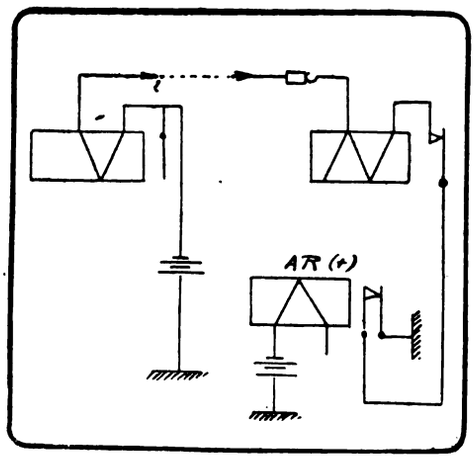


Fig. 26.

Le fonctionnement du relais CR1 donne encore: Batterie, enroulement du relais T1R, repos du relais C1R et balai *d* qui se trouve alors porté à un certain potentiel pris à travers l'enroulement de T1R.

Quand *d* (balai du chercheur de ligne) rencontre le fil C il s'établit un circuit: Terre dans le poste, au crochet commutateur, clé d'appel, voyant, fil C repos du relais COR, *d*, travail de CR1, enroulement du relais T1R et batterie.

LE RELAIS T1R FONCTIONNE

Le fonctionnement de T1R donne: fonctionnement du voyant, celui ayant son circuit fermé à travers la résistance de 200 ohms du relais T1R au lieu des 1.500 ohms du début.

Le fonctionnement du relais T1R donne encore l'arrêt du chercheur de lignes sur la ligne appelante.

PAR CONTRE, LE RELAIS AR FONCTIONNE

Le contact restant est fermé en série avec COR, il en résulte un court-circuit à travers *d*, lequel subsiste aussi longtemps que le *sélecteur* reste en position 1.

Le relais AR boucle alors la ligne sur le poste demandeur.

LE RELAIS DR EST AU REPOS PENDANT QUE LE RELAIS S1R RESTE ATTIRÉ

Le repos du relais DR s'explique par le fait déjà cité qu'il est différentiel.

Le fonctionnement du relais S1R fait passer le sélecteur de 1 en 2.

Ce passage s'effectue à travers: Terre, Travail de S1R, K en 1, P2 et batterie.

Le passage de 1 en 2 du sélecteur final met au repos le relais CR1 en ouvrant son circuit en *m*.

LE RELAIS COR FONCTIONNE

Son fonctionnement est assuré par la fermeture du circuit suivant:

Batterie, enroulement de T1R travail de T1R — *c* — un enroulement du relais COR, fil *c* en terre au crochet commutateur du poste.

Le travail de COR déconnecte le relais CR de la ligne appelante: Il en résulte que le relais COR travaille en même temps que CR revient au repos.

Le circuit se trouve alors prêt pour l'envoi des *signaux d'appel.*

Le circuit de conversation AB est ouvert à chaque impulsion, d'où le relais S1R — et l'électro P2 + par le repos de BR.

TEST DE LA LIGNE APPELÉE

On a un circuit: Travail de DR, enroulement à haute résistance de T2R, broche i, retour par relais COR au repos si la ligne demandée est libre, relais COR au travail si la ligne est occupée.

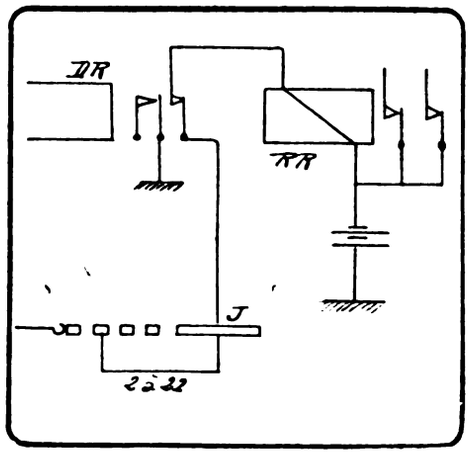


Fig. 27.

Nous renvoyons le lecteur aux lignes qui précèdent pour l'examen de l'établissement d'une communication et, accessoirement, la protection des lignes contre toute autre demande de communication ...et jusqu'au moment où l'un des deux correspondants raccroche son combiné.

V. — *PRÉCAUTIONS A PRENDRE.*

On voit que les pôles positifs des batteries sont mis à la terre alors que dans beaucoup de cas, et pour satisfaire une condition théorique, on procède en sens inverse.

Cette façon de procéder a l'avantage d'éviter les actions électrolytiques qui se produiraient si le « moins » était soumis à l'action oxydante du sol.

VI. — *CLASSIFICATION DES RELAIS.*

Nous pouvons maintenant établir une classification technique des relais, laquelle nous servira par la suite.

On distingue donc sommairement:

a) les relais à courant alternatif;

b) les relais différentiels;

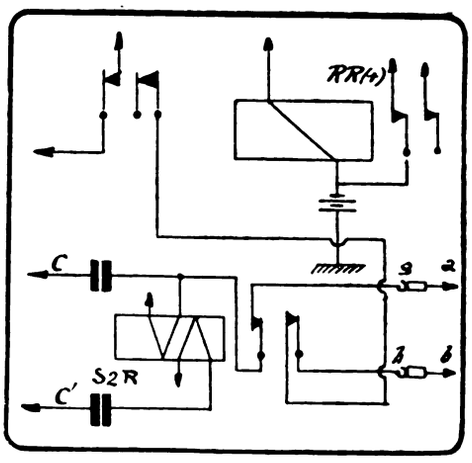


Fig. 28.

Digitized by Google

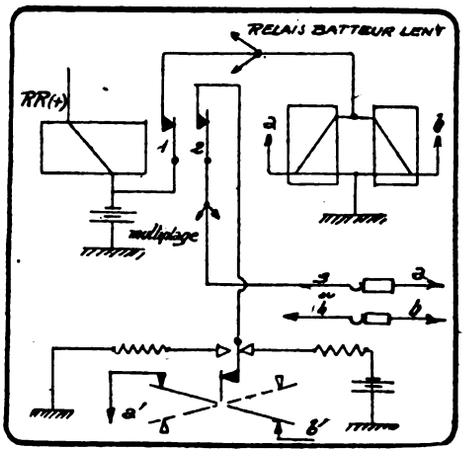


Fig. 29.

c) les relais retardés;

d) les relais se shuntant sans lâcher.

Sans entrer aujourd'hui dans leur étude détaillée, on peut dire:

Que les *relais à courant alternatifs* restent collés malgré les inversions périodiques du sens du courant;

Que les *relais différentiels* sont caractérisés par deux enroulements égaux et en opposition de sorte qu'il n'y a attraction qu'à l'instant où l'un seulement des enroulements est traversé par le courant;

Que les *relais retardés* ou à relâchement lent, par opposition aux relais à relâchement rapide sont caractérisés par le fait que leur armature ne revient pas au repos immédiatement dès que le courant cesse.

Ce retard est obtenu en considérant l'enroulement normal du relais comme un circuit primaire de transformateur et en le faisant travailler en charge sur un secondaire en court-circuit.

Ce secondaire est une pièce annulaire de cuivre qui entoure l'enroulement normal du relais.

Ce secondaire ne réagit qu'autant qu'il y a variation du flux, cas auquel il tend à prolonger le courant inducteur alors que sa source même a cessé d'exister.

Il est facile de voir qu'un relais ainsi traité ne relâche pas immédiatement quand on coupe le courant.

Il y a enfin des relais qui se shuntent sans relâcher leur armature... ...et d'autres qui relâchent quand ils se trouvent en dérivation les uns par rapport aux autres.

Sans insister autrement sur ce sujet, on voit que l'on peut réaliser à l'aide de tels relais une foule de combinaisons de circuits, et d'autant mieux que chacun peut porter un grand nombre de contacts.

C'est ainsi, d'ailleurs, que l'on a pu réaliser une *Téléphonie automatique à relais,* laquelle, comme son nom l'indique, n'utilise que des relais.

VII. — *CONCLUSION.*

La conclusion qui s'impose est un peu paradoxale, du moins dans le sens où elle semble condamner le mot *Automatique.*

HARISSON qui a donné en anglais une excellente étude sur l'automatique STROWGER (traduite maintenant par le service Technique de la S.I.T.) a écrit dans celle-ci:

Le mot « *automatique* » appliqué à la téléphonie est assez incorrect car dans une intercommunication dite automatique, on n'a en réalité que quelques organes qui sont véritablement automatiques.

Dans la *Téléphonie manuelle* du Type moderne à *Batterie centrale* on rencontre de nombreux dispositifs automatiques.

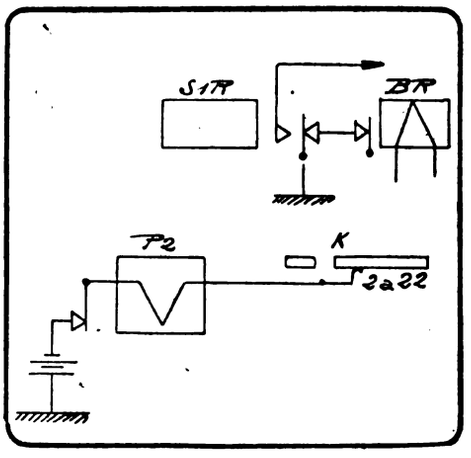


Fig. 30.

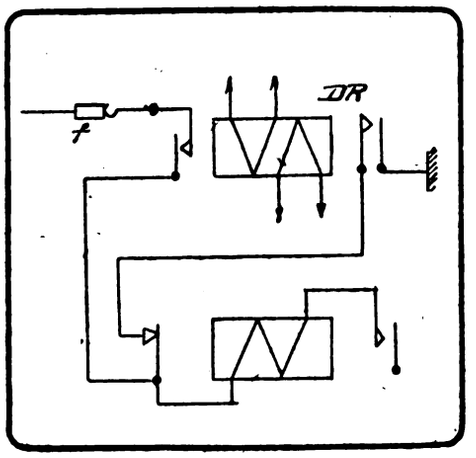


Fig. 31.

Ainsi, l'abonné en décrochant son combiné allume au bureau une lampe annonciatrice d'appel.

De même, on munit souvent les *circuits de cordon* de moyens d'exploitation automatiques tels que: l'écoute, l'appel et la coupure automatiques, qui sont tous destinés à enlever à l'opératrice une partie de son travail.

La *Téléphonie automatique* est donc en réalité un système perfectionné de commutateurs actionnés à distance, dans lequel l'abonné demandeur commande des appareils situés dans un *Bureau central,* ce qui a pour résultat de le *connecter* à la ligne de l'abonné demandé et ce, en général, sans intervention d'opératrice.

Le terme de *commutation mécanique* introduit par les ingénieurs téléphonistes américains semble donc être beaucoup plus logique puisqu'il définit exactement le rôle des appareils.

Et c'est aussi, et fort heureusement, l'avis des constructeurs qui appellent leurs systèmes soit *commutateurs* ou *connecteurs automatiques,* les uns et les autres plus ou moins *Universels.*

R. Labaref.

Chef de poste Radio.

Digitized by Google

LE FROID

Applications au lait et aux industries du lait

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

LA production du lait en France peut être évaluée à 120 millions d'hectolitres.La consommation en est faite sous les 4 formes suivantes :

1° On consacre à l'alimentation des veaux environ 25 millions d'hectolitres, soit 21 % de la production totale ;

2° La transformation en beurre absorbe environ 40 millions d'hectolitres, soit environ 33 % ;

3° La transformation en fromage porte sur 22 millions d'hectolitres, soit 19 ou 20 % de la production totale ;

4° Le reste, soit 33 millions d'hectolitres est utilisé à la consommation humaine à l'état de lait frais.

Les départements principaux producteurs de lait sont : l'Ille-et-Vilaine, le Nord, la Manche, où la production dépasse 4 millions d'hectolitres, le Calvados, le Pas-de-Calais, où elle dépasse 3 millions d'hectolitres, la Haute-Saône, le Finistère, le Cantal, la Moselle, le Tarn, le Bas-Rhin, la Haute-Loire, la Seine-Inférieure où cette production se tient entre 2 et 3 millions d'hectolitres. Les plus faibles producteurs sont la Seine, (450. hectolitres), l'Aude (18.400 hect.), les Basses-Alpes (47.700 hectolitres), le Vaucluse (51.100 hect.), le Var (62.000 hect.).

L'Ille-et-Vilaine, la Manche, les Côtes-du-Nord, transforment à peu près la totalité de leur production en beurre : plus de 3 millions d'hectolitres dans chacun de ces départements. Le Calvados, le Morbihan, la Haute-Savoie, la Seine-Inférieure, sont également de gros producteurs de beurre.

Le Cantal transforme en fromage presque la moitié de sa production,plus de 1 million d'hectolitres. Viennent ensuite le Doubs, le Jura, le Calvados, qui transforment plus de 900.000 hectolitres.

Que le lait soit consommé à l'état naturel ou qu'il soit transformé en beurre ou en fromage, il offre une matière première sur laquelle l'industrie frigorifique a des applications multiples et variées tant pour la conservation du produit que pour sa transformation.

***

Le lait de vache contient de 87 à 88 pour cent d'eau, 4 % de matières grasses, 4 % de matières albuminoïdes, 4 % de lactose ou sucre de lait et 0,7 % de matières minérales. Cette composition en fait un aliment complet particulièrement précieux : il est l'aliment de base du nourrisson, et assure souvent le retour à la santé des convalescents.

Physiquement, le lait est une émulsion de globules gras, la crème dont la densité est 0.94, dans une solution aqueuse de densité 1.035, de ses divers constituants : lactose, sel, caséine. Son point de congélation est vers — 0,5. Sa chaleur spécifique est environ de 0.95.

Au point de vue biologique le lait est un bouillon de culture particulièrement favorable au développement des microbes, sa teneur en germes vivants varie entièrement suivant les conditions dans lesquelles il a été récolté, conservé, manutentionné. Les germes qu'on y rencontre sont de différentes natures. Il renferme les germes peptonisants dus à la présence de la matière albuminoïde du lait. Ce sont ceux qui se développent le plus abondamment dans le lait maintenu à 10° ; on les y trouve à peu près seuls si le lait est maintenu au-dessous de cette température. De 15 à 30° se développent surtout les germes qui vivent du lactose ou sucre de lait : ce sont les germes lactiques. Enfin, au delà de 30 ° et jusqu'à 40° se développent des germes lactiques spéciaux dont l'activité vitale s'accompagne d'une production abondante de gaz.

L'influence de ces différents microbes ou des diastases qu'ils produisent, particulièrement celle des bactéries lactiques, est de déterminer dans le lait une production abondante d'acide. L'acidité devenue suffisante, la caséine du lait coagule : c'est le phénomène de la tourne du lait. Cette coagulation peut se produire à la température ordinaire: elle est obtenue à un degré d'acidité moindre si l'on élève la température du lait.

Lors de la récolte le lait est à la température du corps de l'animal, 37°. Il se met lentement à la température du milieu ambiant. Dans un local à 12 ou 15°, il met environ 10 à 12 heures pour arriver à la température du milieu. Pendant cette période,les bactéries lactiques, qu'il contient toujours (il s'ensemence en sortant du pis même de la vache), commencent à se développer et à modifier profondément le lait. Si les conditions de température sont différentes, cette période de transformation est moins longue, la pullulation des microbes moins intense ; mais quelles que soient les conditions de température, on ne peut éviter complètement le développement microbien. Les tableaux ci-dessous donnent le nombre de germes que renferme un centimètre cube de lait dans diverses conditions de conservation.

Tableau de Mcolle et Petit

LAIT	De 6 à 12°	A 22°
Immédiatement après la traite	6.250 germes	6.250 germes
4 heures après la traite	5.000	25.000
8 heures —	12.500	310.000
24 heures —	37.700	11.000.000
48 heures —	68.700	

Tableau de Harrisson et Vanderleck

LAIT	10°	20°	37°
1 heure après la traite	23.000	11.000	13.500
7 heures —	—	—	21.500.000
10 heures —	—	130.000	57.000.000
14 heures —	27.000	1.600.000	140.000.000

Digitized by Google

Ces tableaux montrent combien il est intéressant, pour éviter cette pullulation de microbes, de refroidir rapidement le lait, en le soumettant à une température assez basse, et aussi rapidement que possible après la traite.

La fermière procède à ce refroidissement en plongeant le lait contenu dans des vases étroits et par conséquent offrant une grande surface aux échanges de température, dans de l'eau de puits aussi fraîche que possible et souvent renouvelée. Ce moyen assez rudimentaire donne des résultats appréciables.

Industriellement on utilise des moyens plus perfectionnés. Le lait est tout d'abord, aussitôt que possible après la traite, donc dans un certain périmètre de ramassage, soumis à une température suffisante pour en détruire presque totalement les germes sans cependant le porter à l'ébullition : c'est la pasteurisation (1) du lait. Puis le lait pasteurisé est ramené à une température voisine de 10° ou même 5, par son écoulement dans des réfrigérants à contre-courant. On appelle ainsi des tubes doubles concentriques : le lait circule dans le tube intérieur. A contre-courant dans le tube extérieur on fait écouler de l'eau de puits si on dispose d'eau à température suffisamment basse. Sinon on complète ce refroidissement en faisant circuler dans la section finale du réfrigérant une eau ou une saumure refroidie artificiellement.

Le lait qui est utilisé à l'alimentation de Paris est obtenu par ce procédé. Le bassin lacté de Paris s'étend de 300 à 400 kilomètres de la capitale. Il comprend jusqu'aux départements de l'Indre, de la Vendée, de l'Aisne, de la Marne. Les arrivages ont lieu à Paris 2 fois par jour. Le lait provenant de la traite du matin n'est mis en distribution que le surlendemain matin. C'est beaucoup plus que n'en pourrait supporter le lait à son état naturel. Soumis au procédé de conservation que nous indiquons, il est mis en consommation dans un parfait état de fraîcheur.

Le lait pourrait être soumis à une température plus basse et la conservation en serait encore beaucoup plus longue. Il faudrait alors soumettre le lait à des températures qui en opéreraient la congélation et le maintenir à ces températures. On doit alors avoir soin de pratiquer la congélation assez brusquement pour éviter la séparation de la crème, séparation qui se fait inévitablement si on abandonne le lait au repos, même à basse température. Pour cela on amène le lait près de son point de congélation en l'agitant doucement pour en maintenir l'homogénéité, puis à ce point on le congèle brusquement en le soumettant à une température de — 10°.

La congélation du lait est peu utilisée. Cette denrée est encombrante et son emmagasinement sous cette forme manque d'intérêt commercial. Mais techniquement cette congélation donne des résultats satisfaisants : on peut facilement conserver pendant plusieurs mois, le lait congelé.

***

Le froid est largement utilisé dans les industries dérivées du lait, en beurrerie, en fromagerie, etc.

La fabrication type du beurre comprend plusieurs opérations :

1° Le lait est écrémé. Cette opération se fait à une température voisine de 35°, il faut y procéder le plus tôt possible. L'écrémage consiste en la séparation de la crème du lait en utilisant la différence de densité par une écrémeuse centrifuge ;

2° La crème est ensuite pasteurisée à une température de 75 à 80°, puis ramenée rapidement à une température de conservation, de + 5°. Le froid artificiel trouve dans cette phase de la fabrication du beurre le rôle que nous lui avons vu jouer après la pasteurisation du lait ;

3° La crème est ensuite mise en fermentation. Elle est ensemencée de ferments lactiques purs et maintenue à une température de 12°. La fermentation ou maturation de la crème dure environ 12 heures. Elle se traduit par une augmentation de l'acidité qui atteint de 5 à 7 grammes d'acide lactique par litre. Lorsque la fermentation est jugée suffisante on la ralentit par addition de glace ;

4° On procède ensuite au barattage. Il s'opère à une température de 10 à 15° On le continue jusqu'au moment de la formation de grains de beurre, soit environ 30 ou 40 minutes. Le lait de beurre est ensuite séparé du précipité et celui-ci est délaité par de l'eau refroidie à la température de 6 à 8° ;

5° Le beurre délaité est ensuite rendu homogène par le malaxage qui doit être assez énergique pour en chasser le plus possible les gouttelettes d'eau.

Toutes ces opérations qui doivent être exécutées à des températures assez précises exigent l'emploi du froid artificiel. Seul il rend possible dans les conditions ordinaires, de régler avec assez de précision les températures auxquelles doit être maintenu le produit.

Le beurre est ensuite emballé soit en paniers, soit en bidons métalliques, soit en barils. En France, généralement, il est mis en paniers. Le beurre est pressé énergiquement, de telle sorte qu'il ne présente dans la masse aucun vide. Puis on l'enveloppe d'abord de papier sulfurisé ou parcheminé non mouillé puis de linge et de paille.

Les beurres contiennent, quel que soit le soin apporté à leur malaxage, de l eau dans des proportions moyennes de 11 à 14 %. L'eau de délaitage laisse subsister de 0,2 à 0,5 de lactose. La matière grasse entre dans l'ensemble pour 83 à 86 %. Les beurres renferment toujours une partie de leur volume de gaz incorporés pendant l'opération du malaxage, et qui consistent surtout en oxygène et acide carbonique.

Tous les beurres renferment, en quantité importante, des germes microbiens qui ont été introduits par le lait, le levain, l'eau de lavage, les récipients, les emballages. Leur quantité et leur diversité varient suivant les soins apportés à la fabrication, et elles varient en sens inverse l'une de l'autre. Les beurres présentant le plus grand nombre de germes sont les beurres les mieux fabriqués : la bactérie lactique s'y trouve presque exclusivement. Les beurres de fabrication défectueuse, les beurres fermiers présentent une diversité plus grande de germes : ils se gênent les uns les autres et leur nombre total se trouve moindre.

Les altérations du beurre sont sous la dépendance de ces divers microbes. Elles sont lentes comme celles de toutes les matières grasses ; mais le beurre n'étant pas un corps gras fin, doit à ses impuretés d'être beaucoup plus altérable que les autres matières grasses. Toutefois il se conserve un temps suffisant pour être mis en consommation sans crainte d'altération

Mais la France a besoin d'importer des beurres étrangers. Les importations sont très variables. Toutes les diminutions dans la production du lait sont compensées par des importations de beurre. Aussi certaines années ces importations sont négligeables ; parfois elles sont très importantes. Ainsi en 1921 les importations de beurre ont été de 4 millions de kilogs, contre 10 millions de kilogs de beurre français consommés.

D'autre part le beurre est une denrée saisonnière : les prix en varient d'une façon assez importante au cours de l'année.

Les exigences de la consommation en beurres étrangers pour parfaire notre production, le besoin de niveler les prix de cette denrée de grande consommation imposent l'obligation d'en assurer la conservation au delà de sa limite de conservation naturelle.

Il s'agit donc d'agir sur les microbes que renferme le beurre. Le premier moyen auquel on pense, serait d'user des antiseptiques, mais l'usage en est interdit à juste raison par la loi. Le froid artificiel nous apporte pour la conservation du beurre un moyen supérieur à tous autres.

(1) La pasteurisation est suffisante par un chauffage de 20' à 80 ou 85° ou de 1 heure à 60 ou 65°.

Digitized by Google

Les beurres que l'on désire conserver par le froid doivent être choisis avec soin. Les germes naturels du beurre sont facilement réduits à l'inaction par le froid : les germes de diverses sortes que pourraient apporter les contacts impurs pourraient ne pas être atteints par les températures de conservation.

Nous choisirons donc des beurres laitiers ou centrifuges, à l'exclusion des beurres fermiers dont on ne connaît pas la composition microbienne. Les beurres obtenus en barattant une crème peu acide, délaitée soigneusement avec une eau pure, vidés de l'eau de lavage le plus complètement possible sont ceux dont la conservation par le froid est la plus certaine. On devra les entreposer en chambre froide le plus rapidement possible après la fabrication, leur éviter les manipulations : on obtiendra ainsi des beurres ne présentant aucune modification amorcée et non ensemencés de microbes divers.

De tels beurres peuvent être conservés facilement 4 ou 5 mois à une température voisine de 0°. Si l'on voulait les conserver plus longtemps, il serait sage de les maintenir à une température de — 2° à — 5°. En Amérique, en Australie, la conservation se fait souvent à — 12 ou 15°. Ces températures empêchent tout développement microbien ; mais elles ont l'inconvénient d'enlever au beurre son arome, et de ce fait le beurre ainsi conservé perd de sa valeur marchande. En France, on préfère une conservation limitée à 5 ou 6 mois, bien suffisante pour satisfaire les exigences du marché et qui conserve au beurre tout son parfum.

***

Le froid artificiel a un rôle non moins important à jouer dans la fabrication et la conservation du fromage.

Les fromages représentent le produit de la coagulation du lait, que l'on sépare par égouttage de la partie restée liquide, et que l'on abandonne à une fermentation en opérant la maturation. Obtention du caillé, maturation de ce caillé sont les deux phases essentielles de la fabrication du fromage.

La coagulation du lait n'offre pas de particularités : elle se fait à des températures plutôt supérieures à la température ordinaire, et variable suivant le fromage que l'on se propose d'obtenir.

La maturation du caillé est le fait de microbes, préexistants dans le lait ou apportés. Le réglage de la maturation se fait en partie par le salage, en partie par l'usage du froid : les températures variables déterminent la prédominance de telle ou telle variété de microbes, et la nature du produit se trouve changée. Dans les fromages pressés ou les fromages cuits, la maturation s'opère dans toute la masse. Dans les fromages mous elle se fait au contraire, elle se fait principalement sous l'influence de la flore extérieure et progresse de l'extérieur à l'intérieur en changeant de forme.

En France, le froid est surtout utilisé dans la maturation du fromage de Roquefort. L'agent microbien est le penicillium, incorporé à la pâte lors de la mise en moule. La maturation naturelle se fait dans des caves ventilées dont la température se maintient entre 5° et 10° On entretient cette température artificiellement dans les fromageries industrielles. On réduit l'évaporation et donc les pertes de poids en enveloppant les fromages d'une feuille d'étain. La température à laquelle on les soumet alors est voisine de 0° et la maturation peut alors durer jusqu'à 8 à 10 mois, au lieu de 3 ou 4, durée normale de cette maturation, ce qui permet de régler l'offre à la demande.

Le froid est également utilisé dans la fabrication du cantal, dont la maturation se fait à la température de + 5° à + 7°.

Le froid intervient d'une manière assez différente dans la fabrication du brie. Au moment de l'égouttage du caillé, le fromage doit être maintenu à température de 18° : l'égouttage se fait beaucoup mieux par cette constance de température. Pour le salage, opération très délicate, il faut opérer à + 8° ou 10° si le salage est fait à sec. On peut également immerger le caillé dans de la saumure à + 2°. La maturation se fait ensuite en conservant le brie à l'obscurité et à une température voisine de 0°.

***

En résumé, l'application du froid aux diverses industries du lait n'est pas absolument nécessaire. Nos aïeux étaient aussi gourmets que nous pouvons l'être, et les produits qu'ils obtenaient étaient très satisfaisants. Le froid dans l'industrie laitière permet de travailler avec beaucoup plus de sécurité. Les aléas que comportent la conservation ou la transformation de cette denrée alimentaire disparaissent quand on a la possibilité de produire à volonté les températures favorables. En outre, l'utilisation du froid permet d'étendre le marché des produits de laiterie : et à ce point de vue le froid est vraiment créateur d'utilités.

Indirectement, l'industrie du froid appliquée à la laiterie a eu une fonction sociale. En effet, la laiterie, la beurrerie, la fromagerie, ne peuvent utiliser le froid industriel que lorsque ces industries se font sur une grande échelle: à l'ordre individualiste, la nécessité a substitué l'ordre coopératif. L'éducation du public agricole est maintenant faite. La forme coopérative s'étend de plus en plus dans les industries agricoles, où elle contribue largement à développer les sentiments altruistes et la pacification sociale.

A. Michel

Ingénieur Frigoriste.

Digitized by Google

AVIATION

L'Equipement de T. S. F. à bord des Avions

par Gilbert ETIENNE

PARMI tous les éléments qui doivent contribuer à la sécurité des voyages aériens, le poste de T. S. F. de bord est certainement un des plus importants.

Les grands progrès réalisés en T.S.F. au cours de ces dernières années ont permis d'établir de nombreux postes légers, robustes et peu encombrants, parfaitement adaptés aux besoins particuliers de l'Aéronautique.

Ces besoins qui, d'ailleurs varient suivant les circonstances d'exploitation posent de nombreux problèmes qui ont à peu près tous reçu une solution satisfaisante. Il est bien évident que les postes destinés aux avions postaux ne seront pas les mêmes que ceux qui seront installés sur les hydravions de transport public ou sur les avions coloniaux.

Chaque type d'avion militaire sera également doté d'un poste de T. S. F., différent répondant exactement au but à atteindre.

Dans l'étude qui va suivre, nous examinerons l'équipement de T. S. F. des avions au point de vue général en nous attachant particulièrement à dégager les qualités communes à tous ces postes qui leur conféreront le caractère aéronautique.

D'une façon générale, cet équipement sera constitué par :

1°) L'antenne,
2°) L'émetteur,
3°) Le récepteur,
4°) Les dispositifs d'alimentation.

1° *L'Antenne.*

Deux types d'antenne sont utilisés à bord des avions, ce sont les antennes pendantes et les antennes fixes.

D'une façon générale, les unes et les autres sont constituées par un toron ou une tresse de fils de cuivre rouge étamé dont la résistance mécanique ne doit pas être inférieure à 40 kg./mm².

Les antennes pendantes sont constituées par un fil d'une centaine de mètres de longueur lesté par un plomb

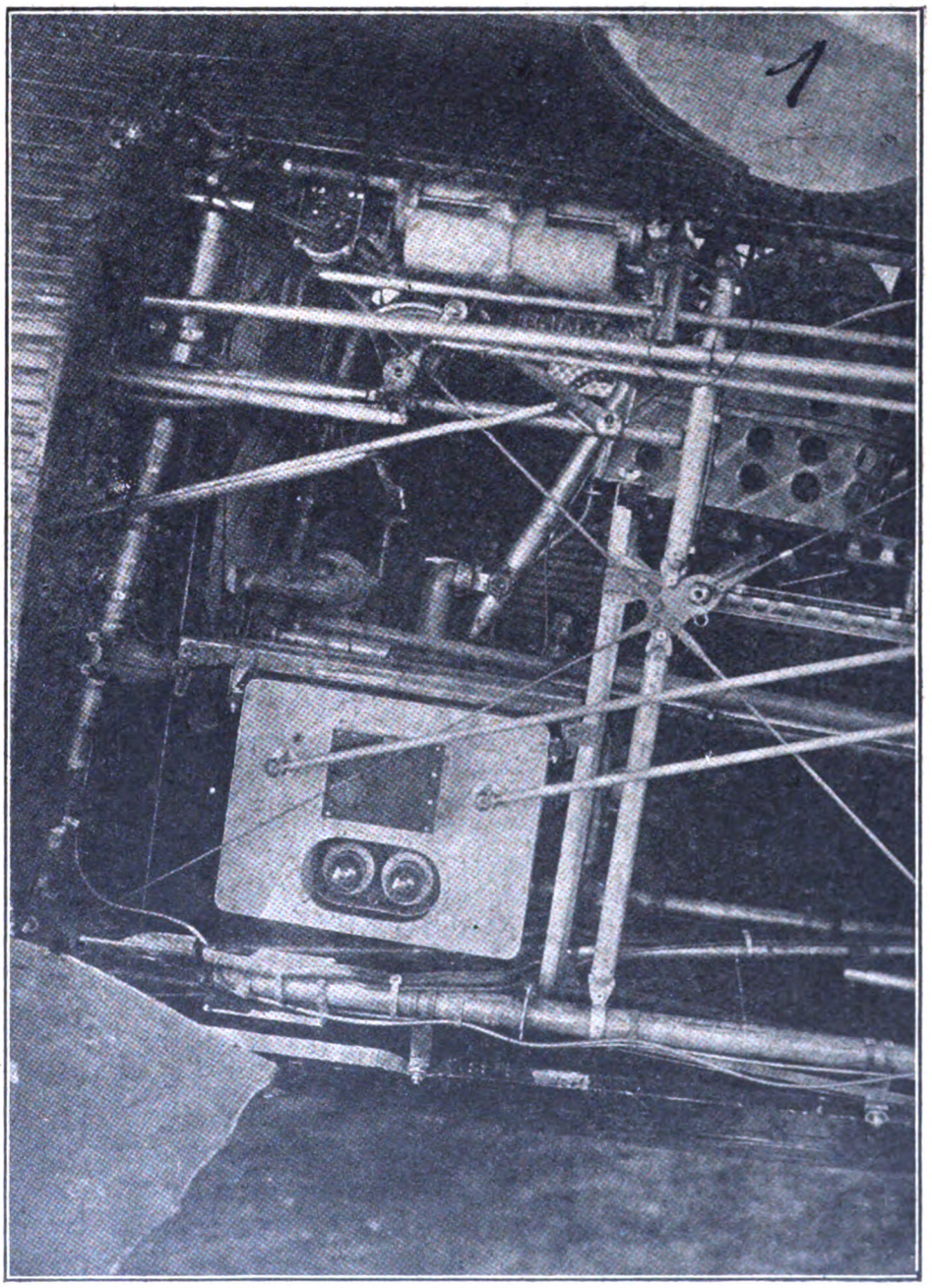


FIG. 1

Digitized by Google

d'environ 300 grammes. Ce fil vient s'enrouler sur un rouet placé à l'intérieur de la carlingue et traverse le fuselage par un tube de sortie d'antenne.

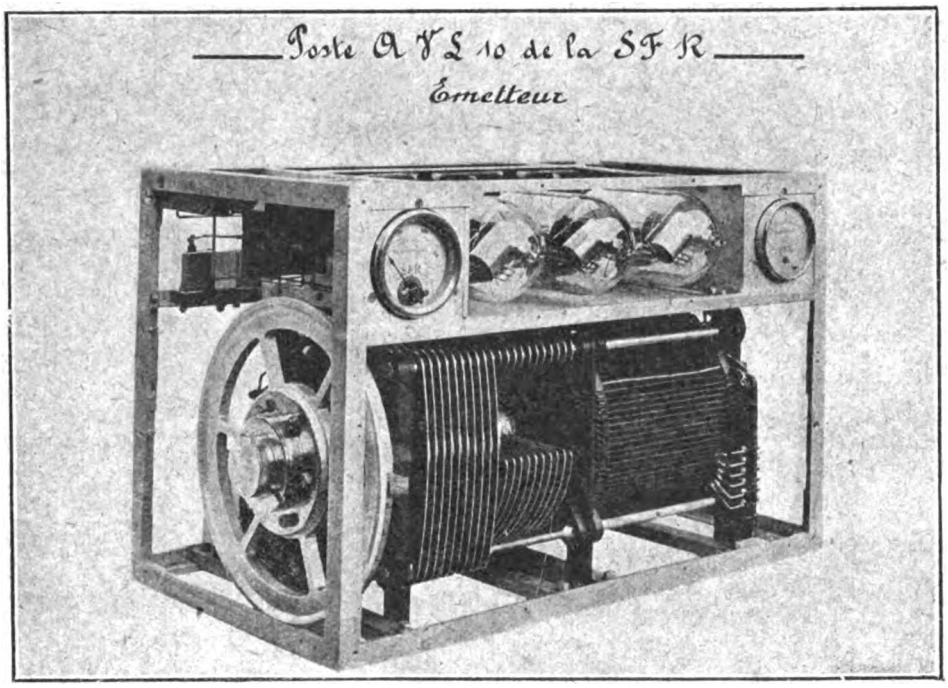


FIG. 2

Ce tube, en matière isolante, a son extrémité supérieure aussi rapprochée que possible du rouet ; son extrémité inférieure porte un « tromblon » métallique sur lequel vient se connecter la canalisation haute tension du poste de T. S. F.

Ce type d'antenne est surtout utilisé avec des postes dont la longueur d'onde est supérieure à 400 mètres, il a l'avantage d'être simple et bien dégagé de la masse de l'avion ; par contre, il présente plusieurs inconvénients : il ne peut être utilisé à faible altitude, ni au sol, sa longueur d'onde propre est peu stable lorsque l'avion évolue, enfin sa puissance de rayonnement n'est pas constante dans toutes les directions.

Les caractéristiques d'une antenne pendante de 100 mètres, sont approximativement les suivantes :

L = 100 microhenrys.
C = 35/100.000 microfarad
RHF = 10 ohms pour λ = 600 m.

Plusieurs systèmes d'antennes fixes sont couramment utilisés. Les uns en V sont constitués par deux fils joignant les extrémités des ailes au fuselage, les autres en T, sont constitués par un fil tendu transversalement sur le plan supérieur ou entre les deux plans, et attaqué en son milieu par la descente d'antenne.

Ce type d'antenne qui présente sur l'autre les avantages d'une parfaite fixité et d'une utilisation immédiate sans aucune manœuvre, même au sol, n'est guère employé qu'avec des postes dont la longueur d'onde est inférieure à 400 mètres. En effet, pour des longueurs d'onde supérieures, étant données ses faibles dimensions sur des avions moyens, l'accord ne peut être réalisé qu'à l'aide d'un variomètre très important dans lequel il se perd une énergie considérable. Par ailleurs, les antennes fixes sont assez mal dégagées de la masse de l'avion.

En général, le contrepoids est formé par toutes les parties métalliques de l'avion qui sont soigneusement reliées entre elles.

2° L'Emetteur.

Les postes à étincelles, utilisés primitivement à bord des aéronefs ont à peu près complètement disparu et ont été remplacés par des postes à lampes. Nous ne nous occuperons donc que de ces derniers.

Les longueurs d'onde couramment employées dans l'Aéronautique varient entre 500 et 1500 mètres, les ondes courtes ne sont utilisées que dans des cas tout à fait particuliers.

Il est bien difficile de formuler des règles générales au sujet de la constitution et de la forme des postes de bord, qui doivent toujours parfaitement s'adapter au type d'avion et aux conditions d'emploi. Ainsi sur les gros avions qui comportent une cabine spacieuse, on aura intérêt à grouper tous les organes du poste, tandis que sur les avions plus petits, il faudra diviser le poste d'émission en plusieurs coffrets, car il sera toujours plus facile de loger plusieurs petites boites qu'une grande.

La majorité des postes d'émission de bord sont divisés en deux :

Un premier coffret contient les lampes et les circuits d'accord ; un second renferme les organes de contrôle et de commande. Le second seul sera placé à portée immédiate de la main de l'opérateur. Dans certains cas où on manque complètement de place, le poste pourra même être commandé à distance.

Ils peuvent fonctionner soit en ondes entretenues pures, soit en ondes entretenues modulées, soit en téléphonie.

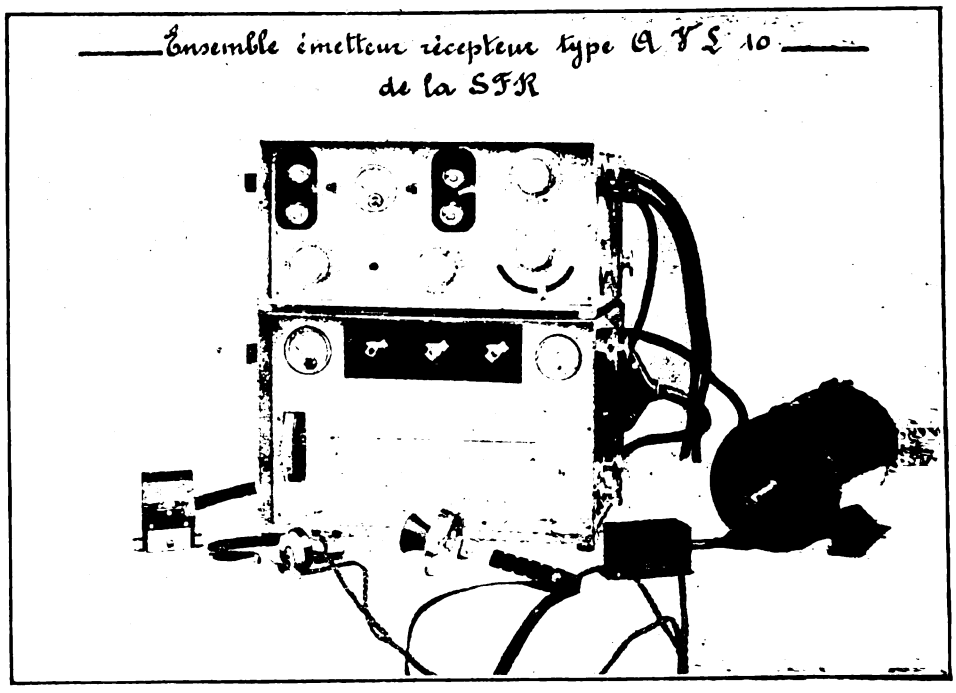


FIG. 3

Digitized by Google

Suivant les portées que l'on veut couvrir, la puissance dissipée sur les plaques des lampes varie entre 50 et 300 watts. A titre d'indication, un poste de

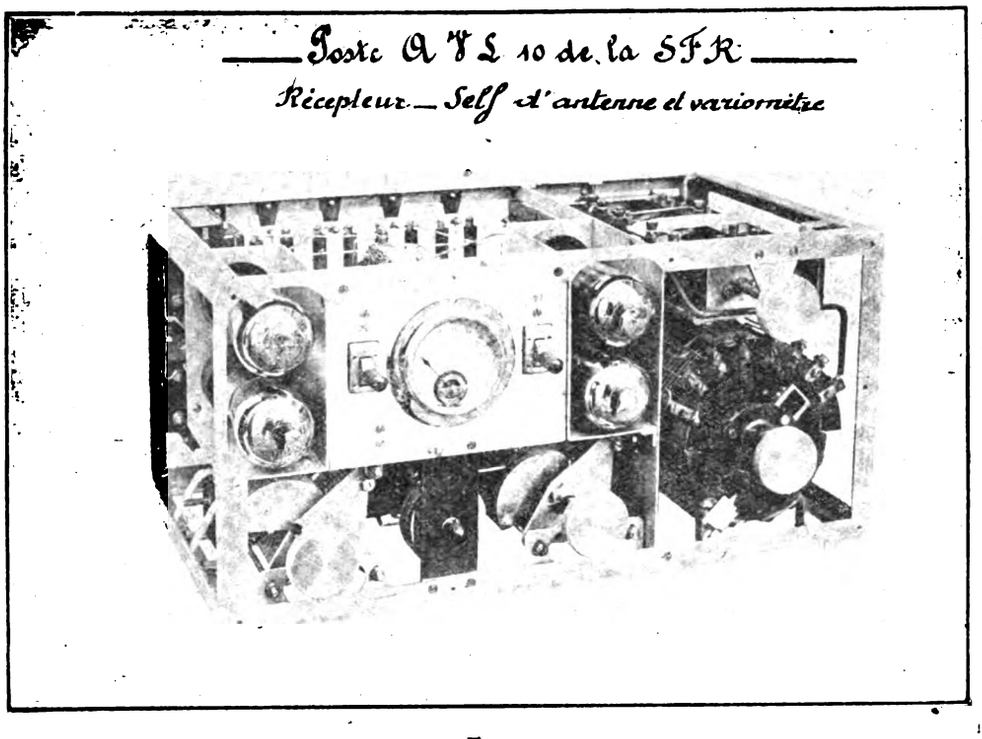


FIG. 4

150 watts donne une portée d'environ 300 km. en télégraphie entretenue, de 200 km. en télégraphie modulée, et de 150 km. en téléphonie.

Les commandes à effectuer en vol sont aussi simples que possible, et la mise en œuvre du poste ne doit comporter aucun réglage, notamment plusieurs longueurs d'onde repérées à l'avance peuvent être prises par la seule manœuvre d'un commutateur.

Enfin, les différents coffrets constituant le poste sont fixés dans l'avion, par l'intermédiaire d'une suspension élastique qui amortira les chocs du départ et de l'atterrissage et les vibrations dues au moteur pendant le vol. Il est à noter que cette suspension a une importance considérable et que c'est d'elle que dépend dans une très large mesure la vie du poste.

3° *Le Récepteur.*

De même que pour les émetteurs, les récepteurs de bord ont des dimensions aussi faibles que possible, les différents organes sont en général contenus dans un coffret métallique qui assure le blindage contre les perturbations électriques dues aux circuits d'allumage du moteur.

Les récepteurs le plus couramment employés sont du type classique à 4 lampes à résonance et à réaction.

D'une bonne stabilité, pas trop syntonisés, ils permettent de recevoir soit les ondes entretenues, soit la téléphonie.

Les lampes doivent pouvoir être facilement remplacées en vol, sans nécessiter le déplacement d'un panneau encombrant.

Elles sont maintenues en place par un tampon de feutre ou de caoutchouc mousse qui évitera les sons de cloche.

En outre, le récepteur est soigneusement suspendu par des sandows en un endroit de la cabine très accessible. Dans certains cas particuliers, il peut être comme les émetteurs, réglé à distance par des commandes rigides ou souples.

L'écoute se fait toujours au casque, l'emploi du haut-parleur étant rendu impossible par le bruit des moteurs de l'avion. Les écouteurs du casque de bord, reliés entre eux par des sangles, s'appliquent sur les oreilles par l'intermédiaire de gros bourrelets de caoutchouc qui amortissent les bruits extérieurs. Ils permettent, en outre, l'emploi du bonnet fourré qui constitue également une bonne protection contre les bruits. Malgré cela, une réception à bord doit être puissante pour être enregistrée avec sécurité.

4° *Les Dispositifs d'Alimentation.*

Les postes d'émission de bord d'avion sont alimentés par des génératrices de courant continu à deux enroulements induits, l'un basse tension pour le chauffage des filaments, l'autre haute tension qui fournit la tension plaque.

Toutes ces génératrices tournent à la vitesse nominale de 4.500 t. m. et sont entraînées soit par un moulinet dans le courant d'air, soit directement par le moteur de l'avion, soit encore par un moteur électrique empruntant l'énergie au secteur 24 volts du bord ; comme ces différents modes d'entraînement ne sont pas à vitesse constante, un régulateur de tension permet de les utiliser à des vitesses comprises entre 4.000 et 6.000 t. m.

Elles ont un diamètre extérieur compris entre 100 et 160 mm. et une longueur maximum de 450 mm.

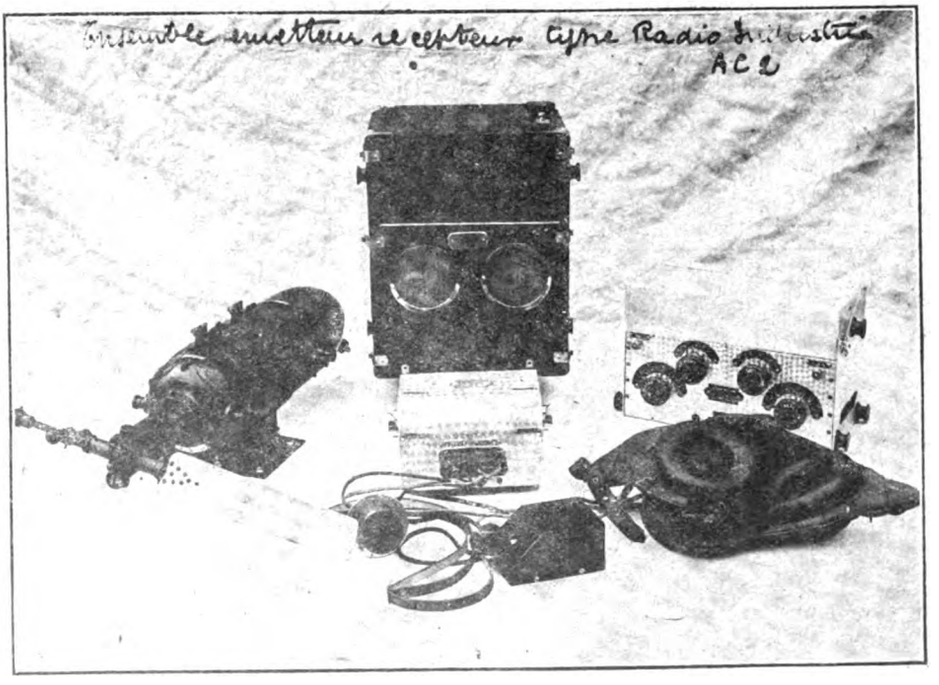


FIG. 5

Digitized by Google

Elles sont étanches au jet et comportent un dispositif de prise de courant à fiches ou à pistons également étanche.

En général, les génératrices sont munies d'un tikker pour la télégraphie entretenue modulée placé directement sur l'arbre. L'organe rotatif de ce tikker doit être interchangeable pour permettre la réalisation des trois fréquences musicales suivantes : 400, 600 et 800 périodes.

Le poids d'une génératrice de 100 watts est d'environ 7 kgs, celui d'une génératrice de 300, de 10 kgs.

Dans le cas des génératrices commandées par moulinet, il peut être utile de bloquer l'induit de la génératrice. Ainsi, au moment de l'amerrissage d'un hydravion, il est indispensable de bloquer le moulinet avant de rentrer la génératrice à l'intérieur de la coque.

Les génératrices H.T. de bord d'avion sont donc munies d'un frein commandé à distance par un bowden.

Les récepteurs sont simplement alimentés par un accumulateur de 4 volts et une batterie de piles de 80 volts ; ces deux sources étant renfermées dans une boîte métallique reliée à la masse.

Plusieurs récepteurs de construction récente, sont directement alimentés par le courant 24 volts du bord, sans le secours de piles ni d'accumulateurs.

Les câbles qui relient les sources d'alimentation au poste et les différentes parties du poste entre elles, sont protégées soit isolément, soit en faisceau par une gaine généralement métallique ; ils sont terminés par des fiches normalisées.

Conclusions.

L'équipement de T. S. F. des avions dont nous venons d'examiner très sommairement la constitution forme un ensemble homogène dont les différents éléments, jusqu'aux moindres détails doivent être marqués du caractère aéronautique. Les postes de T. S. F. n'ont fonctionné à bord des avions que du jour où on ne s'est plus contenté de transporter dans une carlingue des postes construits pour fonctionner à terre, mais où on a étudié un matériel spécial suivant une technique particulière.

Actuellement de nombreux postes fonctionnent journellement sur les avions des lignes aériennes avec une parfaite régularité. Néanmoins, de nombreux progrès sont encore à réaliser dans ce domaine, et le développement continu de l'aviation pose chaque jour des problèmes nouveaux intéressants, souvent difficiles à résoudre, qui méritent de retenir toute l'attention des constructeurs de T. S. F.

ETIENNE.

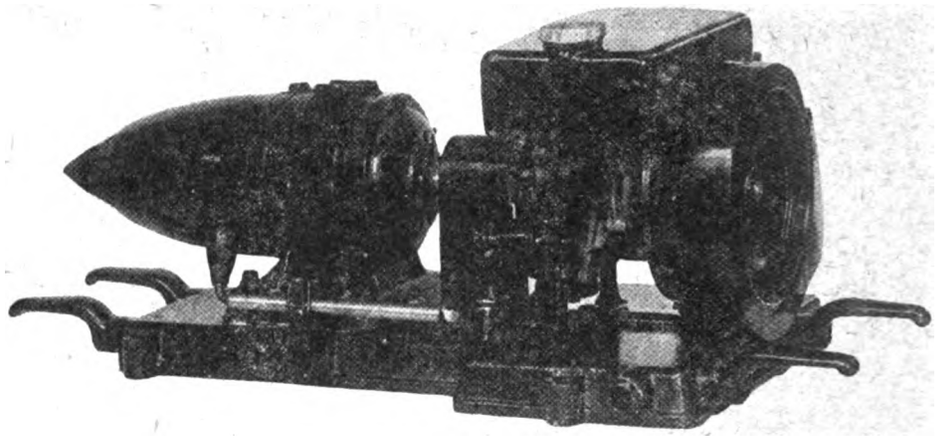


FIG. 6

Digitized by Google

Principes de l'Éclairage

par PAGÈS

Pour le public la première application de l'électricité est, sans contredit, l'éclairage. Cette merveilleuse petite ampoule qui ne demande aucun entretien et qui, à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit, est à votre disposition pour inonder telle pièce de flots de lumière ou verser sur votre oreiller une lueur bleue très discrète.

Le lecteur trouvera donc dorénavant, à cette place même, un exposé des questions relatives à l'éclairage électrique.

I. — NATURE DE LA LUMIERE

On pourrait s'étonner de voir une revue plus spécialement consacrée à l'électricité, s'intéresser à l'éclairage. En réalité, la lumière, dont nous allons nous occuper dans cet article, est un phénomène d'ordre physiologique provenant de l'action sur notre rétine d'ondes électromagnétiques qui ne diffèrent de celles utilisées en T. S. F. que par leur longueur d'onde plus petite : quelques dix-millièmes de millimètre au lieu de quelques dizaines ou centaines de mètres.

C'est Maxwell qui, le premier, a établi la théorie électromagnétique de la lumière en devinant qu'il existait des ondes électromagnétiques non lumineuses transmises comme celles-ci par les vibrations transversales de l'éther et que ces ondes se déplaçaient toutes à la même vitesse. Hertz vérifia cette théorie en répétant sur des ondes électromagnétiques produites par un oscillateur et dont les longueurs d'onde étaient bien supérieures à celles des ondes lumineuses, les expériences fondamentales de l'optique.

Depuis quelques années, cette hypothèse a été très attaquée. Planck a été conduit à admettre que la lumière n'est pas produite d'une façon continue, mais par à-coups et que l'émission d'énergie élémentaire était bien définie et était proportionnelle à la longueur d'onde ou à la fréquence de la radation émise. Ce coefficient de proportionalité serait constant. On a entre le quantum d'énergie ε cette constante universelle H et la fréquence ν de la radiation émise, la relation $\varepsilon = h\,\nu$.

Avec cette théorie des quanta qui se rapproche de la vieille théorie de l'émission soutenue par Newton, il est très difficile d'expliquer les phénomènes d'interférence ; aussi M. de Broglie a-t-il été conduit à réunir les deux théories

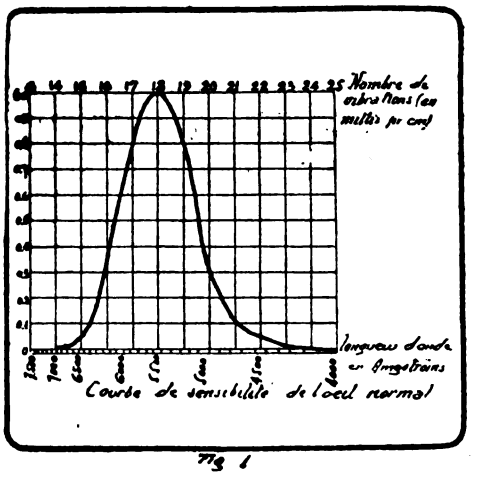


Fig 1

quanta et ondulations dans une synthèse et à créer une mécanique nouvelle, la mécanique ondulatoire où l'on considère à la fois des corpuscules et des ondes le mouvement de ces corpuscules se déduisant de celui des ondes.

Postérieurement aux hypothèses de M. Louis de Broglie, on a réalisé avec des faisceaux d'électrones, des expériences d'interférences ce qui tend à établir la théorie de la mécanique ondulatoire.

PROPRIETES DES DIFFERENTES RADIATIONS

Les radiations auxquelles notre rétine est sensible, ont une longueur d'onde comprise entre 0,0004 et 0.0007 m/m, Pour plus de facilité, on a l'habitude d'évaluer les longueurs d'onde en Angstroms, c'est-à-dire en millionièmes de millimètres. Les radiations visibles comprendront donc la partie du spectre allant de 4.000 à 7.000 Angstroms. Au-dessus se trouve une région appelée l'Infra-rouge. Elle s'étend depuis 7.000 Angs jusqu'à 25 pr. ou 25×10^4 Angs. Elle comprend les radiations émises par des corps portés à diverses températures. Ces radiations sont à tort appelées radiations calorifiques ; elles sont en effet émises en grande quantité par nos appareils de chauffage. Mais cette impression de chaleur pourrait être aussi bien donnée, à puissance égale par des radiations visibles que par des radiations infra-rouges. Elle est seulement fonction de l'énergie transportée par ces radiations. L'Infra-rouge est limité à sa partie supérieure par une région très mal connue allant de 25 pr jusqu'à 1 mm environ. Au delà, on rencontre les premières ondes produites par des procédés électriques.

Au-dessous de 4.000 A. se trouve l'ultra-violet jusqu'à 1.500 Angs. à 2.000 A. Dans cette région, les radiations ont des propriétés chimiques très actives parmi lesquelles on peut citer la décomposition des sels d'argent utilisés en photographie et la transformation si intéressante en biologie de l'ergostérine en vitamine D.

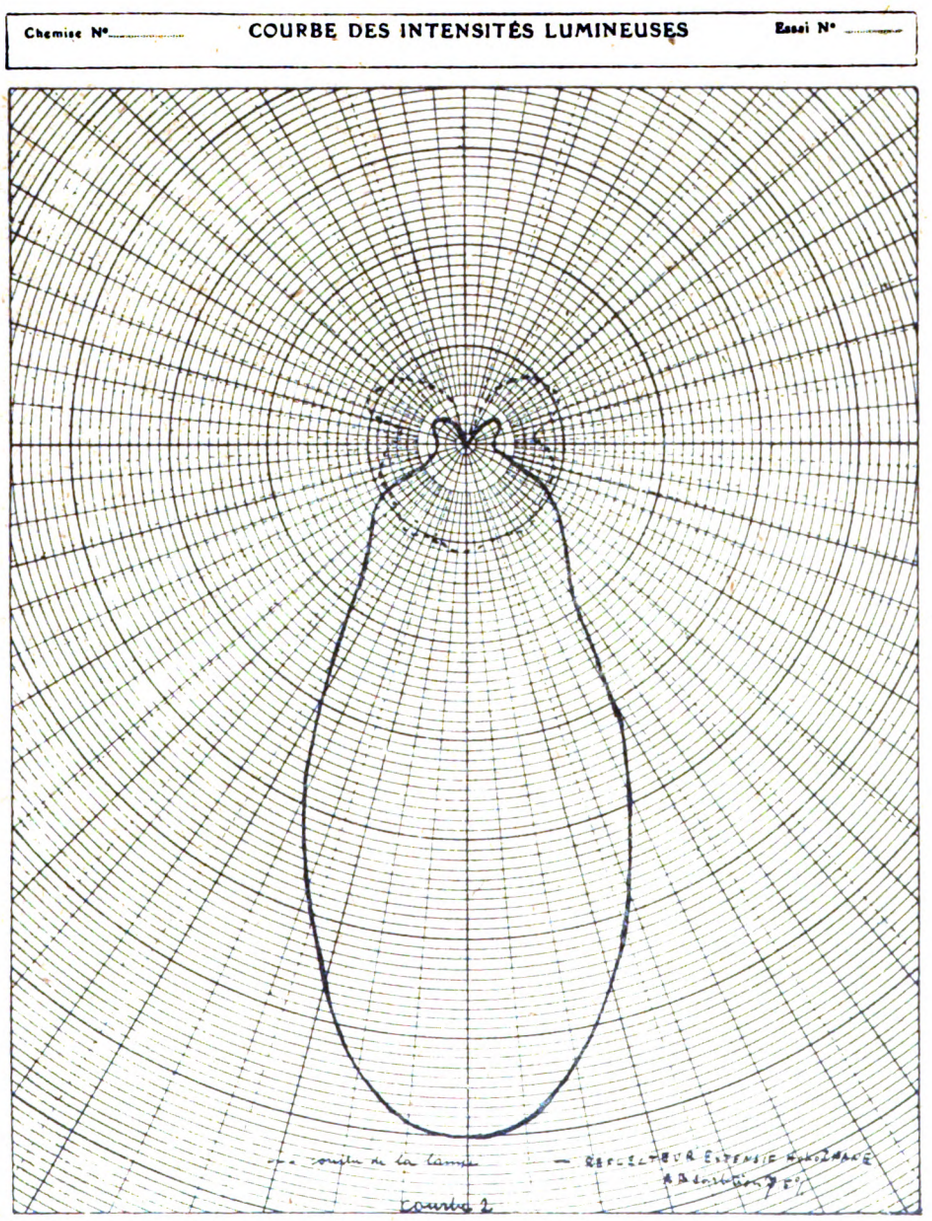
De 1.500 Angs. jusqu'aux rayons X ultra-mous se trouve encore une autre région du spectre très peu connue appelée région de Shumann. Ceci est dû non pas tant à la difficulté de produire de telles ondes mais plutôt à la difficulté de les

Digitized by Google

transmettre, l'air les absorbant tout de suite. Enfin, au-dessous de 1 à 10 Angs, se trouvent les rayons X dont les propriétés sont trop connues pour qu'il soit besoin d'insister.

Dans la faible partie du spectre auquelle notre rétine est sensible, toutes les radiations ne sont pas perçues avec la même acuité. On trouve un maximum de sensibilité de la rétine aux environs de 5.500 Angs. Si l'on désigne par I la sensibilité pour cette radiation on obtient en fonction de la longueur d'onde la courbe de sensibilité relative suivante : (figure 1). Cette courbe est une courbe moyenne tracée après un grand nombre d'expériences faites sur un grand nombre d'individus. Elle est, en effet, purement objective et est différente suivant les individus. Chacune de ces radiations est perçue avec une teinte différente. On divise en général arbitrairement le spectre visible en 7 régions :

de 7.100 à 6.450 on a du Rouge.
de 6.450 à 5.850 on a de l'Orangé.
de 5.850 à 5.350 on a du Jaune.
de 5.350 à 4.900 on a du Vert.
de 4.900 à 4.600 on a du Bleu.
de 4.600 à 4.250 on a de l'Indigo.
de 4.250 à 4.000 on a du Violet.



UNITES ET GRANDEURS PHOTOMETRIQUES

Supposons une source lumineuse réduite à un point. Cette source va émettre autour d'elle une certaine quantité d'énergie qui s'évaluera en watts. Soit F ce flux d'énergie. Sur ce flux F une partie va être constituée par de l'infra-rouge, une autre par de l'ultra-violet et enfin une troisième par les radiations lumineuses. Soit I ce flux lumineux. Considérons la partie de ce flux émise dans un cône ayant pour sommet le point lumineux O et pour angle solide le très petit angle ω (nous rappelons que l'angle solide est égal à la surface de la calotte sphérique découpée dans la sphère de rayon 1 par le cône de révolution d'angle au sommet ω). On dira que la source lumineuse a dans la direction moyenne du cône une intensité I qui est égale à la limite de $I = \frac{I_1}{\omega}$ lorsque l'angle ω tend vers o.

Si l'on connaît l'intensité d'une source lumineuse dans toutes les directions, le flux Φ sera égal à

$$\Phi = {}_0{}^4\pi\, I\, d\omega$$

Une source sera uniforme si son intensité est constante dans toutes les directions. Le flux Φ sera dans ce cas égal à

$$\Phi = 4\pi\, I$$

Pour plus de facilité on n'a pas pris comme unité fondamentale l'unité de flux, mais l'unité d'intensité; on l'a choisie arbitrairement et on lui a donné le nom de bougie internationale. Elle est représentée par un certain nombre de lampes à filaments de carbone qui sont conservés dans 3 grands laboratoires internationaux, et dont on connaît l'intensité en bougies internationales sous une certaine tension et dans une certaine direction.

L'unité de flux sera donc le flux émis par une source uniforme d'intensité égale à 1 Bougie internationale et dans un angle solide de 1 radian, c'est le lumen.

On peut donc évaluer un flux d'énergie émis par une source lumineuse de deux façons :

1° En physicien, c'est-à-dire en watts ;

2° En éclairagiste, c'est-à-dire en lumens.

Le rapport : $= \frac{\text{Flux en lumens}}{\text{Flux en watts}}$

caractérise l'efficacité lumineuse du rayonnement considéré. Il varie beaucoup suivant les sources et passe de 3 pour une lampe à filament de carbone, à 20 pour une lampe en atmosphère gazeuse de 1.000 wts et à 91 pour le soleil.

On appelle éclairement en un point d'une surface S sur laquelle tombe un flux Φ_1, la limite du rapport de flux à la la surface S. $e = \frac{\Phi_1}{S}$ lorsque S tend vers o.

Digitized by Google

Reprenons notre source uniforme d'intensité égale à I bougie internationale et considérons la sphère de rayon 1 ; sur cette sphère un angle solide de I radian découpe une calotte sphérique dont la surface est de 1 m². L'éclairement sera de 1 Lux.

L'éclairement est lié également à l'intensité par une formule simple. Si S est une surface située à une distance R du point lumineux et dont la normale fait un angle α avec la direction moyenne du rayon lumineux d'intensité I, l'éclairement sur cette surface est égal à :

$$e = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

C'est la valeur absolue ainsi que la valeur relative de l'éclairement qui, dans une installation sert à caractériser la valeur de l'éclairage.

On n'a considéré jusqu'à présent que des sources lumineuses idéales réduites à un point. Malheureusement dans la pratique, elles ont toujours une certaine dimension, ce qui conduit à définir deux autres unités moins employées que les précédentes, et qui sont :

La flurxance qui, pour une source de surface S émettant un flux T est égale à $R = \frac{I}{S}$

et la brillance qui se rapporte à l'intensité, au lieu de se rapporter au flux. Il est souvent utile de considérer la brillance dans une direction donnée :

Soit I un rayon lumineux partant d'un point A d'une source, S une petite surface entourant ce point A, et O l'angle de la Normale à la surface avec la direction considérée. La radiance pour le point considéré et dans cette direction sera égale à :

$$B = \frac{I}{S \cos \varphi}$$

Elle sera évaluée en bougies par cm³.

Nous allons donner quelques chiffres pour nous familiariser avec l'ordre de grandeur de chacune de ces unités. Pour les intensités, les valeurs relatives des lampes usuelles sont suffisamment connues pour que l'on n'aie pas besoin d'insister. Elles varient d'une fraction de bougie pour des ampoules de lampes de poche, à plus de 5.000 bougies pour les lampes utilisées actuellement dans les studios. On peut se faire une idée des flux en multipliant les chiffres donnés pour les intensités par 4 π.

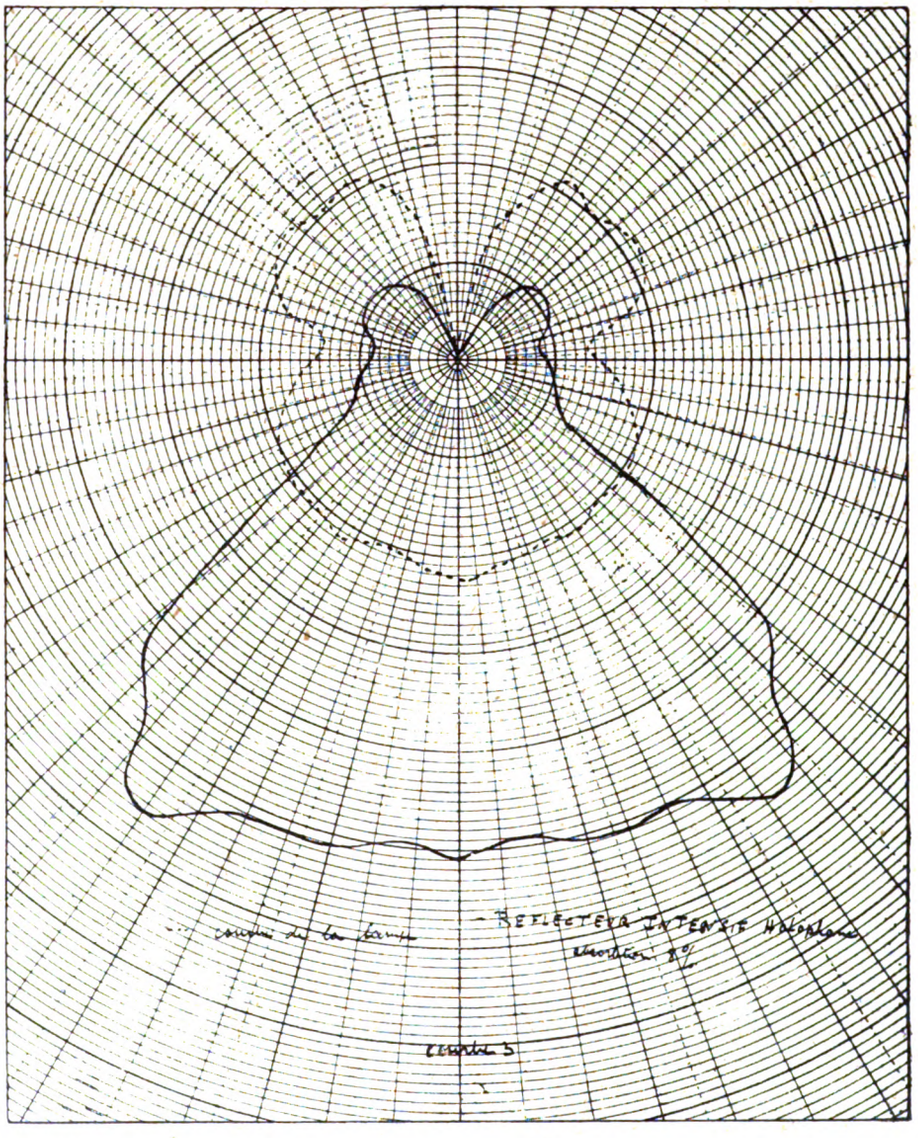
La valeur des éclairements que l'on rencontre est moins connue. Pour se conduire, mais non pour lire, il suffit de 1 lux.. On admet actuellement que pour pouvoir travailler sans fatigue, il faut un minimum de 20 lux. Dans les vitrines on atteint 1000 lux. En plein air ces valeurs sont largement dépassées. Au soleil, en été, à midi, l'éclairement est de l'ordre de 100.000 lux. Sans soleil, dans un lieu découvert, on a encore un millier de lux. La lune à son zénith, donne un éclairement de 0,2 lux. Comme on le voit, l'œil s'accommode à des régimes très différents, et ceci, grâce à la pupille qui joue le rôle d'un régulateur. Nous sommes fortement éclairés ; un flux assez considérable pénètre dans l'œil. La pupille se contracte et l'éclairement de l'image rétinienne diminue.

Si l'éclairement est plus faible, la pupille s'ouvre davantage, et le flux admis est plus grand, l'éclairement de l'image rétinienne augmente.

On ne se rend pas très bien compte non plus des valeurs des brillances :

La plus petite brillance perceptible est de	10.10
Ciel nocturne sans lune	10.8
Cier pur à 75° de soleil	0.15
Ciel voilé très brillant	1
Flamme d'une bougie	0.5

Chemise N° COURBE DES INTENSITÉS LUMINEUSES Essai N°



Lampe à pétrole (très variable) de	1,2 à 1.5
Manchon Auer	4
Flamme acétylène	8
Lampes en atmosphère gazeuse très variable)	450
Lampe pointolite	2000
Limite supérieure pour les phares codes	1.5

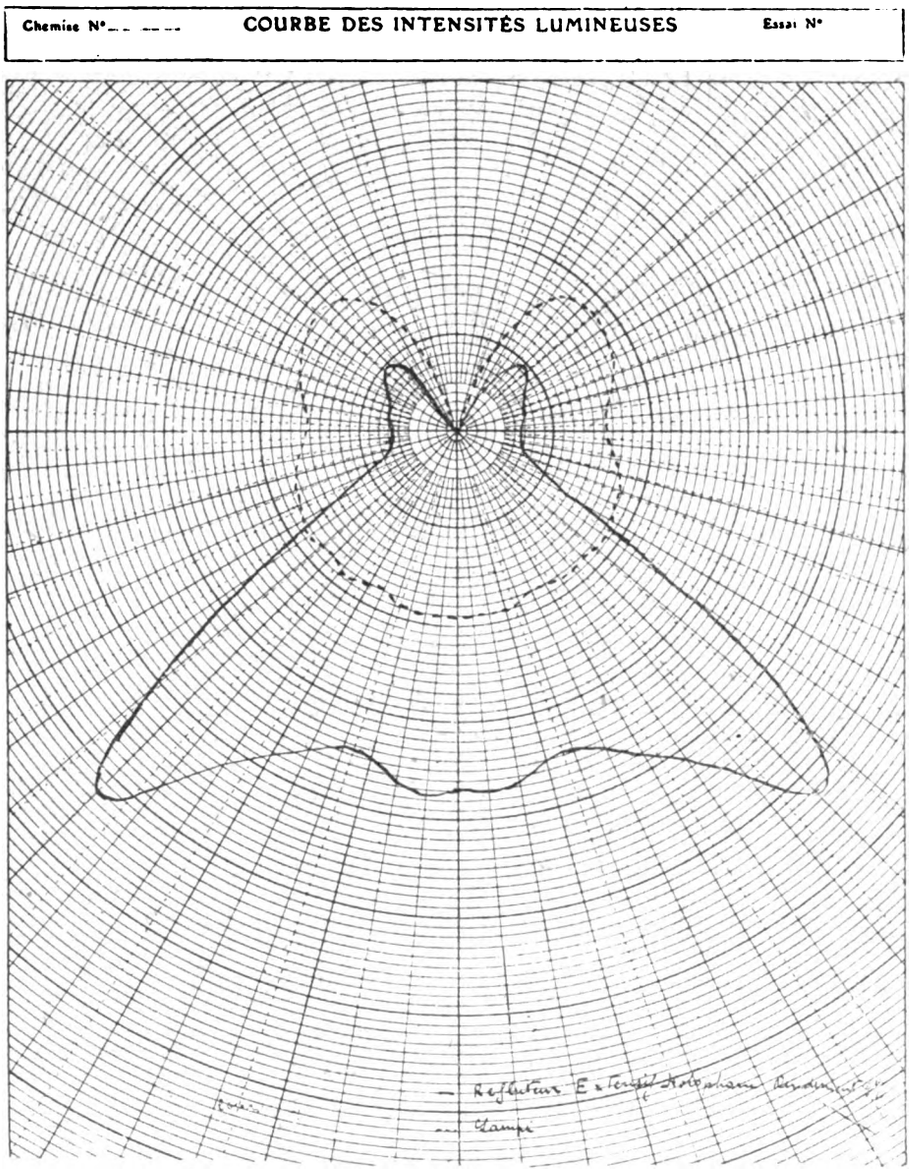
Bougies par centimètre carré.

Digitized by Google

APPAREIL D'ECLAIRAGE

En dehors de toute considération d'esthétique, de prix, etc., les seules qualités qui nous intéresseront dans un appareil d'éclairage seront : le rendement, la répartition de flux émis, et la brillance.

Le flux émis se déduira du flux de la ou des lampes utilisées et du rendement. Pour indiquer la répartition de ce flux, on considérera la courbe donnant les intensités lumineuses émises dans les différentes directions, et appelée courbe photométrique. Cette courbe ne pourrait être tracée que si l'on se place à une distance suffisamment grande de l'appareil pour que celui-ci soit vu sous un angle assez faible de l'ordre, de quelques degrés. C'est la forme de cette courbe qui sert à classer les appareils d'éclairage. Jusqu'ici, aucune classification n'avait été faite. On fait actuellement de grands efforts pour essayer d'obtenir un accord international sur cette question. Pratiquement, on peut considérer les appareils directs, c'est-à-dire ceux dont le flux émis est presque complètement dirigé vers la surface à éclairer, indirects quand ce flux est dirigé dans la direction opposée à la surface à éclairer, la surface recevant ce flux, jouant le rôle de source secondaire, diffusant lorsque le flux est presque également réparti entre les deux hémisphères supérieur et inférieur. Dans chacun des deux premiers cas, on peut considérer diverses sortes d'appareils suivant la largeur de la zone éclairée uniformément, on aura ainsi les appareils concentrant intensifs, extensifs ou hyper-extensifs. Les appareils concentrant sont surtout utilisés pour l'éclairage des vitrines, ou pour l'éclairage des façades sous forme de projecteurs (Courbe 2). Les appareils intensifs et extensifs servent pour l'éclairage d'intérieur ou l'éclairage d'ateliers. (Courbe 3). Ce sont les plus communs dans la pratique. Les hyper-extensifs sont presque exclusivement employés pour l'éclairage public (Courbe 4).



A cause de la grande répartition du flux lumineux de ces derniers appareils, tout en ayant un éclairage suffisamment uniforme, on peut les écarter de 4 à 9 fois la hauteur suivant les types utilisés.

La brillance de ces appareils pourra être, soit sensiblement constante comme dans les diffuseurs, si répandus actuellement, en verre opale, soit variant d'un point à un autre comme à cristaux ou à prismes diffusant. Pour que l'appareil soit bon, il faudrait que cette brillance ne soit pas trop élevée, sinon il deviendra gênant. On peut admettre comme limite supérieure de la brillance : 0.5 à 1 bougie par centimètre carré. Quelquefois pour des raisons d'économie on utilise dans les diffuseurs, des lampes plus fortes que celles prévues par les constructeurs ; il en résulte une brillance bien supérieure à celle que nous avons indiquée.

PROJETS D'ECLAIRAGE

Les trois données que nous avons indiquées pour les apparails d'éclairage sont celles qui servent pour l'établissement d'un projet d'éclairage.

On peut diviser les projets d'éclairage en deux catégories :

1° Ceux concernant les espaces clos: appartements, bureaux, ateliers, magasins, vitrines, etc.

2° Ceux concernant les espaces libres: éclairage public.

Dans le premier cas, une partie du flux émis par les appareils choisis et que l'on a répartis dans la pièce à éclairer de façon que l'éclairement obtenu soit à peu près uniforme, tombera sur les murs et le plafond. Ceux-ci, d'après leur teinte et leur nature, en réfléchiront ou en diffuseront une certaine partie qui finira par atteindre le plan utile et s'ajoutera au flux direct. Le flux total servant pour l'éclairage de ce que l'on a l'habitude d'appeler le plan utile, c'est-à-dire le plan où l'on travaille sera formé de deux parties :

1° Le flux direct ;

2° Le flux indirect envoyé par les parois de la pièce.

Digitized by Google

Avec les appareils que nous avons appelés indirects, c'est cette seconde partie du flux qui est la plus importante, la première quelquefois n'existant même pas, on conçoit très bien que dans ce cas, la source lumineuse qui est constituée par les murs et le plafond ayant une très grande surface, les ombres portées par les objets soient extrêmement faibles ; ce sera l'éclairage à utiliser dans les bureaux de dessin, etc.

On appelle coëfficient d'utilisation, le rapport entre le flux reçu par la surface à éclairer Φ et le flux émis par les lampes utilisées Φ_1. Ce coefficient d'utilisation qui dépend des dimensions de la pièce, de la nature des parois et de la courbe photométrique de l'appareil, peut, soit se calculer, soit être déterminée expérimentalement. Il est, en général, fourni par les constructeurs et est très utile pour les projets. L'éclairement moyen obtenu étant égal au produit du flux émis par le coëfficient d'utilisation, divisé par la surface à éclairer

$$e \text{ moyen} = \frac{\Phi_1 \text{ coëfficient d'utilisation}}{S}$$

Dans le second cas, le problème se simplifie du fait que l'on n'a pas à tenir compte de la réflexion des parois. On calcule l'éclairement point par point en utilisant la formule

$$e = \frac{I \times \cos \alpha}{r^2}$$

indiquée précédemment.

Si H est la hauteur du point lumineux au-dessus du sol :

$$\text{on a } \frac{r = h}{\cos \alpha}$$

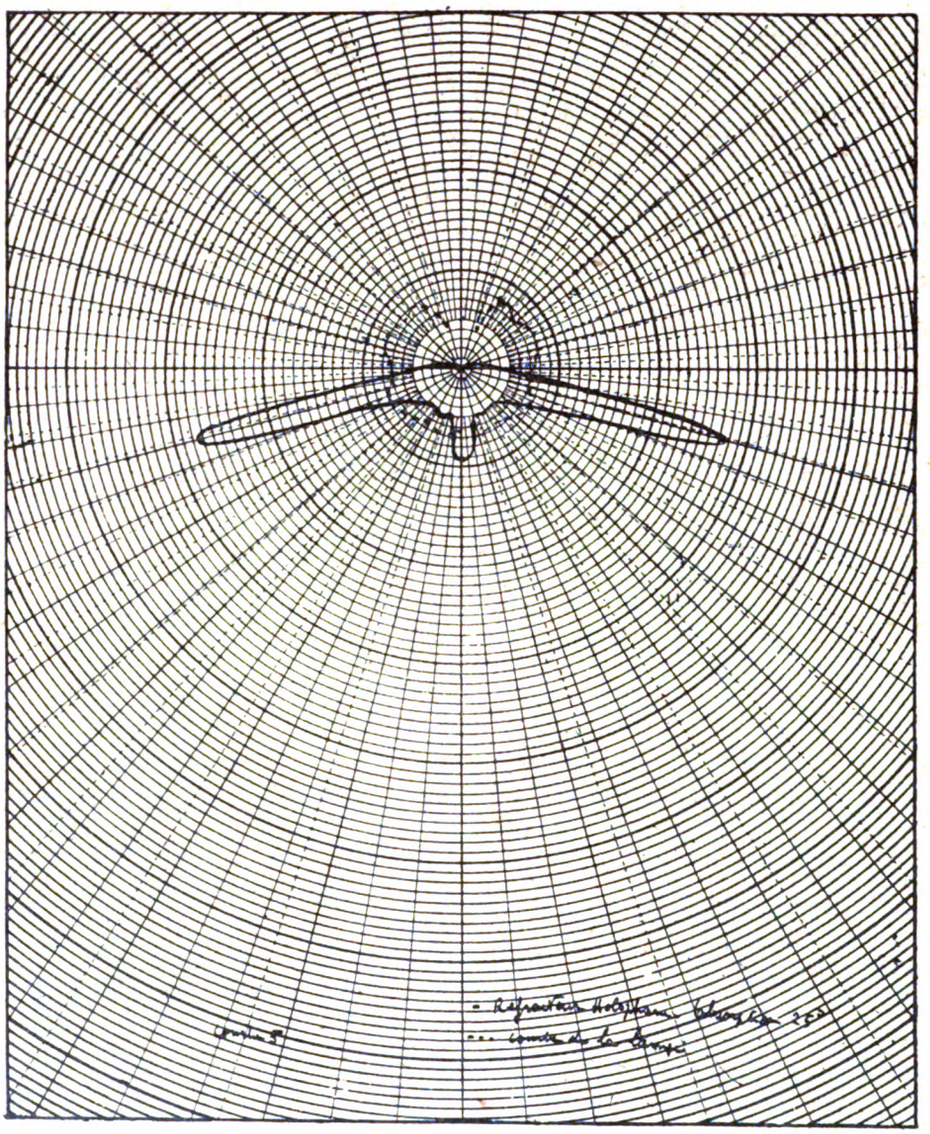
il en résulte que :

$$E = \frac{I \times \cos^3 \alpha}{h^2}$$

Cette formule est également très utile. Elle sert à tracer les courbes d'égal éclairement appelées courbes Isolux.

Nous venons de donner ici quelques notions très succinctes sur l'éclairage. Dans un prochain article nous étudierons les sources lumineuses utilisées actuellement et les appareils employés pour répartir les flux lumineux. Nous en étudierons ensuite l'application aux différents domaines de l'éclairage, intérieur, publics, éclairage des vitrines, façades, éclairage architecturaux et ornementaux, etc.

Chemise N° COURBE DES INTENSITÉS LUMINEUSES Essai N°



Digitized by Google

L'Automobile et l'Électricité

Par E. PEPINSTER

Si le XIXe siècle peut être celui de la machine à vapeur, sûrement, bien qu'on se trouve très embarrassé dans un tel choix par la remarquable éclosion actuelle, on pourra synthétiser le XXe siècle par l'automobile et son expansion assourdissante.

Le rôle joué par l'électricité dans ce domaine est extrêmement important ; que ce soient les organes d'éclairage, de démarrage qu'on ait en vue, soit qu'on s'en réfère à l'allumage du moteur lui-même.

Le lecteur trouvera ici-même un exposé de toutes les questions relatives à cette application trépidante de l'électricité.

L'AUTOMOBILE, autrefois méprisait totalement l'électricité. L'allumage était obtenu par l'incandescence d'une paroi de platine soumise à l'action d'un brûleur, l'éclairage était assuré par un générateur à acétylène.

On remplaça bientôt l'allumage à incandescence par l'allumage électrique, beaucoup plus précis, plus facile à conduire, plus économique aussi. Au début, l'on utilisait une source de courant continu à basse tension, produit par une batterie d'accumulateurs. La rupture s'effectuait à l'intérieur même des chambres d'explosions et une bobine de self engendrait l'extra-courant nécessaire pour allonger suffisamment l'étincelle.

L'apparition de la bougie compliqua quelque peu le circuit qui se dédoubla en un primaire et un secondaire séparé, mais offrit l'énorme avantage d'extérioriser le mécanisme délicat de rupteur et de le placer à portée de la main du conducteur. Certaines voitures avaient même leur rupteur sur le tablier, devant le conducteur.

A vrai dire, ces premiers allumages électriques donnaient beaucoup de tintoin à l'usager pour qui la batterie d'accumulateurs devenait une véritable bête noire. Cette batterie était toujours déchargée au moment précis où l'on avait besoin de la voiture, ou bien sa tension baissait en route et c'était l'irrémédiable panne.

La magnéto fut accueillie comme un sauveur. Songez donc : une voiture sans accumulateurs. Quelle merveille ! Très rapidement la magnéto atteignit un haut degré de perfection. Tant que les moteurs ne possédèrent que quatre cylindres, la magnéto ne fut jamais discutée. Mais n'anticipons pas.

De longues années passèrent, puis un beau jour on vit réapparaître l'accumulateur. Non plus comme organe d'allumage, mais comme organe d'éclairage. Grâce à l'électricité, on allait enfin être débarrassé de l'acétylène, avec son cortège de besognes malpropres et d'odeurs fétides. On allait pouvoir allumer phares et lanternes sans descendre de voiture et sans se préoccuper du vent et de la pluie. L'accumulateur prenait à son tour figure de sauveur. C'était sa revanche. Etait-il donc débarrassé de ses vices originels ? Hélas non. Mais il ne se présentait plus seul, il était accompagné d'une dynamo génératrice, qui, en réalité fournissait la quasi-totalité de travail, la batterie ne représentait qu'une sorte de tampon, de volant destiné à absorber le trop plein du courant produit et à le restituer à l'arrêt, lorsque l'éclairage fonctionnant encore, le moteur et par conséquent la dynamo, sont immobilisés.

Les premières batteries étaient de faible capacité. On leur demandait peu. Plus tard, on s'avisa qu'avec une batterie un peu plus sérieuse et en demandant au moteur quelques watts supplémentaires et peu onéreux, il était possible de lancer le moteur électriquement.

Puis on demanda à la batterie, mille petits services : actionner l'avertisseur, l'essuie-glace, la pompe à essence, l'allume-cigare, etc., et c'est ainsi que l'électricité conquit peu à peu l'automobile.

Il lui reste encore un grand, un très grand pas à franchir pour que la conquête soit complète : il lui faut assurer la propulsion elle-même du véhicule, en boutant hors du châssis le moteur à essence.

Le voiture électrique, n'est pas à proprement parler, une idée d'avenir. C'est une idée de toujours dont la réalisation a été ajournée parce que les circonstances étaient plus favorables à la propulsion mécanique, mais qui fatalement, inéluctablement, triomphera à son heure. Quelles que soient les commodités et autres qualités présentées par le moteur à explosions, il partagera forcément un jour le sort de la jument de Roland, à laquelle on ne peut reprocher qu'une chose : ne plus être de ce monde. Le moteur à explosions disparaîtra lorsque les réserves d'huiles minérales seront épuisées. Or ces réserves sont limitées et ne se renouvellent pas. Nées à une époque révolue, par suite de circonstances locales et exceptionnelles, elles ne font dans l'histoire des industries humaines, que la figure d'une prodigieuse aubaine, dont on a raison de profiter, mais sur laquelle il serait fou de compter éternellement.

Par contre, l'électricité en réserve dans le monde ne s'épuisera qu'avec la vie elle-même. Elle ne nous vient même pas de la terre, mais du monde sidéral. C'est le soleil qui en est le grand dispensateur, c'est lui qui provoque l'évaporation des mers et les précipitations de pluie et de neige qui alimenteront les turbines jusqu'à épuisement de la race humaine et même des races qui pourront succéder à la nôtre.

En jugeant les choses de ce point de vue qui est un peu celui de Sirius, le succès de la voiture électrique ne fait pas question. Dans moins d'un siècle, les derniers litres d essence seront mis en flacons, soigneusement bouchés et conservés dans les caves du musée des Arts et Métiers et des fondations similaires.

Mais ce serait une mauvaise politique que de vouloir réaliser prématurément a une échelle trop petite la voiture électrique. Celle-ci ne peut dans les conditions actuelles, donner qu'une idée très imparfaite de ses possibilités. Dans certains cas particuliers seulement, elle a quelques chances de donner toutes satisfactions. Il faut attendre, avant d'envisager son développement sur une vaste échelle que l'aménagement électrique du pays soit plus avancé.

Le problème de la voiture électrique n'est pas, en effet un problème de réalisation, c'est un problème d'alimentation. En cherchant aujourd'hui à réaliser la voiture électrique sur une grande échelle, nous nous placerons dans les conditions où nos ancêtres se seraient trouvés s'ils avaient voulu réaliser le moteur à explosion avant la découverte des carburants.

E. PEPINSTER.

Digitized by Google

Considérations financières et économiques sur l'Industrie électrique en France

Par R. LEROQUE, Dr en Droit

LE service officiel des statistiques du ministère des Travaux publics vient de publier une statistique de la production d'électricité en 1928. Pour provisoires qu'en soient les données, elles offrent un intérêt capital : elles montrent en effet d'une façon mathématique les progrès considérables réalisés en France dans la fourniture du courant électrique. Or chacun sait combien l'économie tout entière du pays est en étroite dépendance avec sa consommation en énergie électrique. Aussi, les renseignements que nous fournit cette statistique doivent être considérés avec toute l'attention que mérite cette importante question.

Notre population depuis 1920 n'a pas sensiblement varié. Les statistiques démographiques n'accusent pas de changement notoire. Par contre, la production d'énergie électrique et partant, sa consommation, s'est accrue pendant cette même période de 100 % environ. La consommation en 1923 s'est élevée à 7.490 millions de kilowatts-heure ; en 1924 elle atteignait 9.066 millions ; en 1925 elle était de 10.222 millions. Elle a continué à croitre, passant en 1926 à 11.268 millions en 1927 à 11.388 millions et enfin en 1928 elle fait un de ses plus gros bonds et atteint 13.100 millions. La progression de la production pendant l'année 1928 est de 1.700.000 millions, soit 15 % d'augmentation sur la consommation de 1927. Et si l'on observe que pendant cette même période, l'industrie nationale à dû se réadapter, on sera conduit à conclure que l'activité industrielle du pays présente une force, que les obstacles ne sauraient entrainer. Et s'il est une industrie à l'abri des fluctuations économiques, c'est bien l'industrie de production de l'électricité, observation extrêmement réconfortante pour tous ceux qui y ont des intérêts.

Autre considération pouvant se déduire des statistiques, et également réconfortante, c'est que sans contestation possible, la consommation d'électricité croît encore plus rapidement que ne le fait la production. Quelle que soit l'expansion de ses moyens de production, la France est dans la nécessité de recourir à la production étrangère. La multiplication des centrales ne nous dispense nullement d'intensifier nos importations. Ainsi tandis qu'en 1923 nous introduisions 253 millions de kilowatts-heure, (de Suisse et d'Allemagne), en 1924 nous en demandions à nos voisins 280 millions, puis en 1925, c'est 307 millions, en 1926 c'est 396 millions, en 1927 c'est 467 millions et enfin en 1928 nous approchons de 500 millions de kilowatts-heure. Il est vrai que nous en exportons une quantité beaucoup plus faible d'ailleurs qui était d'environ 20 millions de kilowatts en 1923, était de 40 millions en 1926, et qui en 1928 est de 70 millions. Il ressort de ces chiffres que la production peut croître encore : il n'y a pas à redouter une crise de surproduction, autre considération non moins réconfortante, à une époque où l'on parle de crise d'abondance à peu près dans toutes les branches de l'activité, et où la production du pétrole, l'industrie concurrente, est plus particulièrement atteinte.

Si nous nous préoccupons d'analyser le phénomène de la consommation de cette énergie, les observations que nous pouvons faire sont tout aussi favorables. Les usines génératrices consomment une partie de leur production, Tandis qu'en 1925 elles ont absorbé 1.295 millions de kilowatts-heure, soit environ 1/6 de leur production, en 1928 elles absorbent 2.600 millions, soit 1/5 environ de leur production ; elles ont accru la *proportion* d'énergie consommée sur place par rapport à celle distribuée aux usagers ; elles ont en outre, pendant cette période de 5 ans, doublé leur quantité d'énergie électrique qu'elles ont consommé elles-mêmes.

Les abonnés ont dû par conséquent absorber une part importante de cette production accrue dans cette proportion. Le réseau de distribution qui leur avait livré en 1925, 3.724 millions de kilowatts-heure, leur en a distribué en 1928, 6.500 kilowatts-heure. C'est une augmentation de 80 %.

Et si nous observons ce qui est particulièrement digne d'attention, la consommation par tête d'habitant, nous arrivons à des déductions encourageantes. En 1923 il était consommé 194 kilowatts-heure annuels par homme. En 1924 cette même consommation s'avance à 231 kwh. En 1925 c'est 258 kwh. en 1926, on en est à 285 kwh, en 1927, l'avance est peu sensible : 288 kwh par homme. En 1928 on atteint le chiffre moyen de 330 kwh.

La France se place ainsi au 4e rang des nations pour la consommation par habitant, précédée dans ce classement, par le Canada et les Etats-Unis dans le nouveau Monde, la Suisse dans notre vieille Europe.

Et ce qui est à noter c'est que pour cette consommation moyenne nous sommes assez loin de rivaliser avec ceux qui nous devancent. Cette considération permet encore d'envisager la perspective réconfortante que nous sommes loin d'être arrivés à la limite des besoins humains et qu'il y a encore de beaux bénéfices à réaliser pour la distribution d'électricité et par les marchands et fabricants d'appareils divers utilisant l'énergie sous cette forme.

Enfin, pour parler en terminant d'une consommation de choix que classe à point la statistique que nous analysons, l'électrochimie a consommé en 1928, 2.330 millions de kwh. : elle en avait consommé en 1923, 1.500 kwh. Ceci nous montre sans contestation possible,

Digitized by Google

les progrès d'une industrie nationale de premier ordre. L'essor de l'électrochimie n'est pas douteux : elle absorbe le quart de l'énergie effectivement livrée, si l'on fait subir au chiffre global de la production le correctif nécessaire, pour, tenant compte des pertes de ligne qui sont de 2.000 millions de kilowatts, le ramener au chiffre de la consommation effective.

Ces perspectives sont encourageantes. De quelque côté que nous observions, nous constatons que l'industrie électrique, malgré les progrès immenses accomplis pendant ces 5 dernières années, reste au-dessous des besoins à satisfaire : cette insuffisance est une garantie de son avenir.

⁂

Si dans la production électrique totale nous faisons la discrimination entre la part qui revient à la production thermique et celle qui revient à la production hydraulique, nous constatons que cette dernière est passée de 1923 à 1928, de 3.405 millions à 5.330 millions de kwh. La progression a été constante : 3.600 millions en 1924, 4.000 millions en 1925. 4.743 millions en 1926, 4.925 millions en 1927. A cette cadence nous serons à 5.800 millions en 1929 et en 1930 nous dépasserons 6.000 millions de kwh. Or cette consommation accrue, a toute été consommée comme nous l'avons constaté. Ceci nous montre combien étaient vaines les craintes de surproduction qu'appréhendaient certains esprits pour les entreprises hydrauliques quand s'agitait la question d'intensifier l'installation de sources semblables de production.

Il importe d'observer en outre que c'est cette extension de la consommation qui a permis aux stations hydro-électriques de se défendre économiquement contre l'augmentation de leurs dépenses. Comme pour toutes les branches de l'activité du pays, les charges des entreprises hydro-électriques se sont accrues dans des proportions assez sensibles, ne serait-ce que du fait de l'augmentation des charges fiscales. Dès 1927 on avait constaté que les frais annuels d'exploitation des stations hydro-électriques étaient au coefficient 6. Les Compagnies se sont efforcées de comprimer leurs frais en faisant de leur source une meilleure utilisation, et en réalisant entre les diverses centrales, des conjonctions plus judicieuses qui les dispensent de mettre en action leurs groupes thermo-électriques de secours. Elles y sont parvenues : leurs dispositions nouvelles leur ont assuré pour une augmentation de dépenses de l'ordre de 4 % un accroissement de recettes de 12 %. Et les grandes artères de transport de construction récente, n'ont pas encore donné tous les bénéfices qu'elles doivent donner : perspective réjouissante pour les actionnaires.

La nécessité rend ingénieux et les stations hydro-électriques ont une telle productivité que les conditions économiques les plus déprimantes ne sauraient les acculer à des conditions déficitaires. Chacun sait que l'industrie de distribution d'éclairage est soumise à des conditions administratives qui l'empêchent de régler ses prix sur ses dépenses. Il est déplorable pour cette industrie dont cependant il est souhaitable d'accroître le développement (personne ne saurait nier que ce soit souhaitable), il est déplorable dis-je que cette industrie donne l'exemple d'un accroissement de ses prix de revient, sans accroissement corrélatif de ses prix de vente. Les capitaux sollicités à s'immobiliser dans de telles installations, se refusent obstinément devant l'incertitude du lendemain, résultant tout entière de dispositions administratives. On ne saurait trop déplorer cette situation. Les usines thermo-électriques avec leur clause économique ont une situation bien meilleure ; elles peuvent modifier leurs exigences suivant les cours du charbon que reflètent les conditions économiques du moment et les mettent à l'unisson de la production nationale.

Sans doute chacun admet, que l'Etat doit s'opposer à l'admission de tarifs qui pèseraient lourdement sur l'économie nationale, mais chacun admet également que toute augmentation du prix de revient doit entraîner une augmentation du prix de vente, sinon on court le risque de décourager les volontés les mieux trempées.

Les usines hydro-électriques ont confiance dans leur industrie, leurs dirigeants savent qu'à défaut de redressement des tarifs ils ont l'expansion de leur clientèle : ils exploitent cette deuxième source de bénéfices.

Mais les capitaux n'ont pas la même foi en l'avenir de cette industrie et l'Etat a dû compenser son intervention maladroite sur les tarifs par une autre intervention. Il a dû, comme chacun sait, y aller d'un effort financier, dont les effets sont constatés dans les statistiques que nous avons analysées. Tout cela vaut-il mieux pour l'intérêt général que l'abstention de l'Etat? La liberté aurait donné des résultats peut-être supérieurs. Ce ne sont pas les résultats obtenus dans ce cas particulier, qui vont donner aux partisans de l'intervention de l'Etat, des arguments irréfutables.

Le point essentiel sur lequel il faut veiller, le but capital à atteindre, c'est de permettre par son bas prix de revient, à l'énergie électrique,de se démocratiser, de pénétrer dans les masses. Ce but là on le poursuit inlassablement et on est heureux de marquer les succès : de plus en plus le moteur électrique se généralise. Et les sociétés d'électricité sont nombreuses qui se plaignent (elles sont heureuses de se plaindre) de ne pouvoir qu'au prix d'efforts inouïs, satisfaire la demande de force motrice de leur clientèle.

⁂

Ces considérations sur l'insuffisance des moyens de production, sur la nécessité d'accroître toujours la consommation, contiennent l'essentiel du programme d'avenir de cette branche de l'activité nationale. Il faut produire en quantité pratiquement illimitée et à un prix de revient aussi faible que possible.

Produire à faible prix c'est produire en utilisant uniquement les ressources hydrauliques naturelles. L'harmonie de notre pays se prête à ce programme de production. Les forces naturelles existent où n'existe pas la houille, il ne faut pas avoir à amener à pied d'œuvre pour les groupes thermo-électriques de secours ce combustible dont le transport est si coûteux. On peut facilement se passer de ce secours dispendieux ou du moins diminuer considérablement le prix dudit secours quand il est nécessaire.

L'examen de la carte hydrographique de la France nous indique la solution qui s'impose si l'on veut arriver à réduire le prix de revient de l'énergie hydraulique. Les cours d'eau des Alpes et des Pyrénées ont un régime glaciaire : c'est la fonte des neiges qui alimente leurs cours. Par contre nos cours d'eau du Massif Central ont un régime pluvial: leurs basses eaux se produisent en été au moment même où ceux des Alpes et des Pyrénées bénéficient d'un excédent d'eau. L'harmonie de la nature qui met à proximité des sources d'énergie qui se complètent heureusement, est manifeste. Il reste à l'homme à compléter cette harmonie en conjuguant ces énergies voisines. Il évitera ainsi la construction des usines thermiques nécessaires pendant la période des basses eaux. L'ordre naturel sera réalisé par ces liaisons interrégionales.

L'aide que l'on peut attendre de la houille n'est pas nécessairement à rejeter comme trop dispendieuse. Le charbon peut entrer dans le concert des forces de la nature, à condition qu'il se présente lui-même sous une forme plus transportable. Que les mines construisent des centrales thermiques où sera consommé à pied d'œuvre leur combustible trop pauvre pour mériter d'être transporté et elles pourront, se raccordant avec le secteur hydro-électrique, assurer un écoulement avantageux pour elles de ce combustible dont elles sont encombrées. Elles sont nombreuses déjà les compagnies de mines qui tirent un bon parti de leur poussier de charbon en le vendant sous forme d'électricité aux distributeurs voisins. Et le Massif Central autour duquel sont groupées

Digitized by Google

une partie importante de nos mines de charbon concourra par ses mines de charbon même à l'harmonie de l'ensemble.

Cette conversion harmonieuse des sources d'énergie aura sur le prix de revient la plus heureuse influence. Ceci réalisé il resterait encore beaucoup à faire. C'est la consommation qui règle la production, et la consommation subordonne à ses exigences, la production qui souffre de cette subordination. Pour lui rendre la liberté dont elle a besoin pour réduire son prix de revient, il faut multiplier les utilisations de l'électricité pendant le jour, en dehors des heures d'utilisation lumière.

Les moyens à envisager pour réaliser ce but sont nombreux et importants. C'est d'abord l'électrification des chemins de fer, consommateurs plus importants le jour que la nuit. Nous n'insisterons pas sur les avantages qu'offrirait même pour ce mode de transport leur électrification : possibilité d'augmenter la charge, possibilité d'atteindre des régions trop accidentées pour être accessibles à la machine à vapeur ; possibilité d'augmenter la souplesse du service pour l'adapter plus complètement aux exigences de l'usager (service des banlieues) ; possible enfin de réaliser plus parfaitement la sécurité.

En liaison étroite avec l'électrification des chemins de fer, l'électrification des campagnes nous procurera un consommateur diurne, qui complétera la consommation rabais de lumière. La campagne manque de main-d'œuvre, personne ne l'ignore. De plus en plus elle perfectionnera son outillage machine si on peut, à un prix de revient suffisamment bas, lui distribuer de la force motrice. L'électrification des campagnes devrait se faire de pair avec l'électrification des chemins de fer. Le chemin de fer va partout : un seul réseau de distribution aura double usage.

Et les conséquences sociales de cette électrification pourront être immenses : c'est le rural restant aux champs si on lui distribue le confort et le bien-être qui, généralement lui font encore défaut. Le Gouvernement a compris cette nécessité sociale de l'électrification des campagnes. Grâce au concours de l'Etat qui a consacré à cette œuvre, des subventions assez importantes, au 1er janvier 1928, 20.207 communes étaient électrifiées, alors que 7.000 seulement l'étaient en 1918. Mais il reste encore à faire : 17.114 communes à cette même date n'étaient pas encore électrifiées. Le Gouvernement ne peut qu'être félicité pour avoir dans son programme d'outillage national, consacré à l'électrification des campagnes une dotation importante.

L'électricité peut encore être produite à un prix de revient plus réduit si le consommateur urbain sait en servant son intérêt, servir celui de la centrale qui l'alimente. Il faut développer les usages domestiques et industriels dans les villes. Nous sommes à ce point de vue très inférieurs aux Etats-Unis. Les aspirateurs par le vide, les fers à repasser, les machines à laver, les ventilateurs, les radiateurs, tous ces appareils ménagers qui contribuent si heureusement à résoudre la crise des domestiques et à rendre le *home* plus confortable, tous ces appareils consommateurs d'énergie électrique pendant le jour permettent aux producteurs de nous vendre la lumière à un moindre prix pendant la nuit.

***

Il résulte de l'examen des données statistiques relatives à l'année 1928, que l'industrie électrique a encore devant elle de beaux jours de prospérité. Le consommateur est de plus en plus exigeant, l'électricité étend de jour en jour le nombre de ses usagers. La consommation croît rapidement, beaucoup plus rapidement que la production. Des champs nouveaux s'ouvrent à son activité ; les applications s'étendent. Vraiment l'industrie électrique est une branche de la production nationale qui bénéficie d'une situation particulièrement favorable. Tout est question d'organisation. Il faut aussi un programme. Le Gouvernement l'a compris, tout doit être fait pour le développement de cette industrie dont dépend la prospérité du pays. Heureux sont ceux, industriels, capitalistes, travailleurs, que leur étoile a conduits à exercer leur activité dans une des régions du royaume de cette fée bienfaisante et féconde.

R. Leroque

Digitized by Google

COURS DU CUIVRE

GRAPHIQUE RÉCAPITULATIF POUR 1929 et 1930

A LONDRES ——— en £ par tonne de 1016 kgrs
A NEW-YORK – – – – en cents par livre de 453 grammes

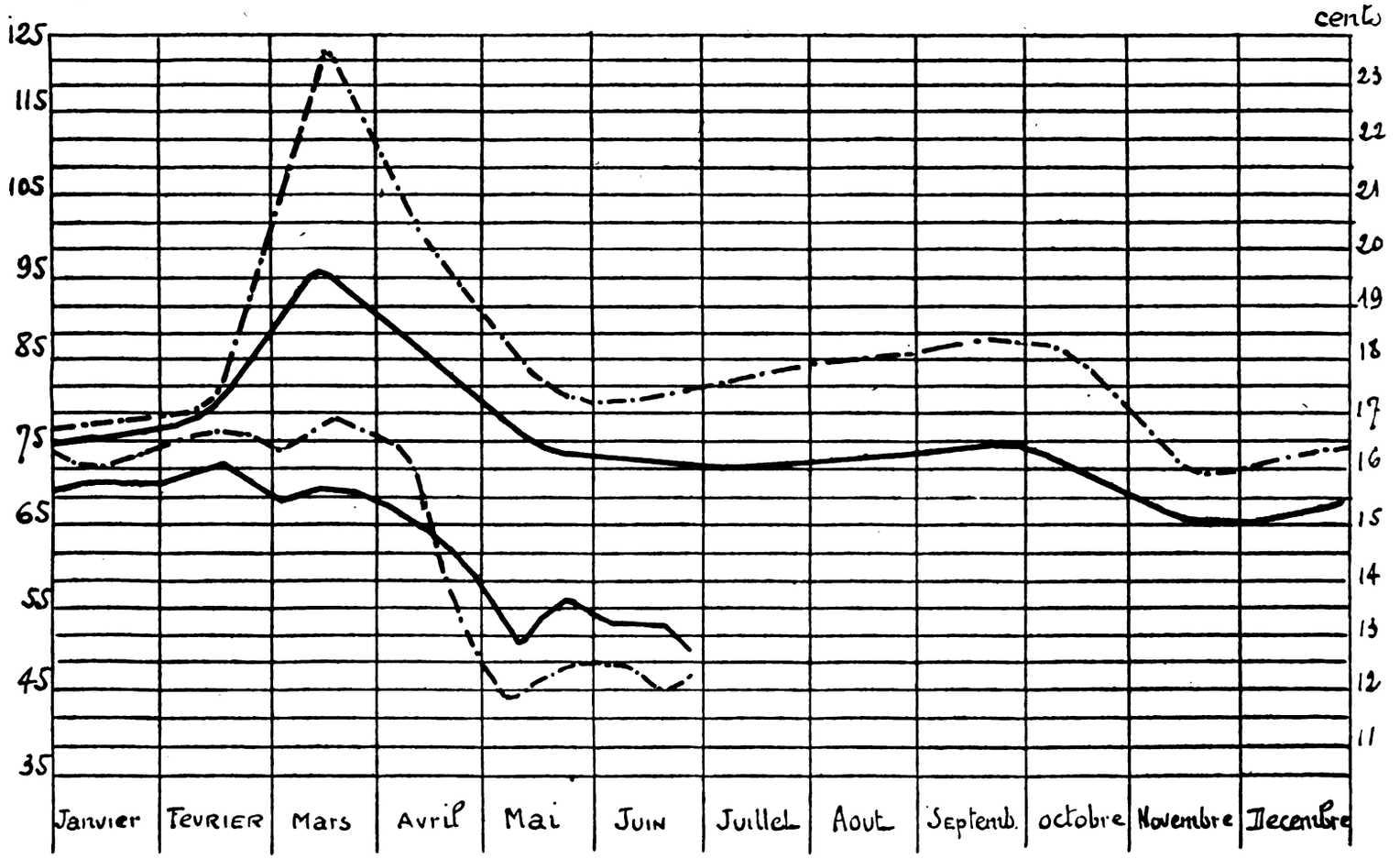
Les consommateurs de cuivre ont depuis 8 mois entamé la lutte contre l'Association des Exportateurs, qui a dû consentir à baisser les prix de 18 cents en octobre, à 16 cents en novembre (par livre de 443 gr.). Depuis longtemps déjà cette baisse était attendue : l'écart des cours entre Londres et New-York ne s'expliquait pas et les consommateurs, par la voix des courtiers avaient élevé de vives protestations contre la politique de soutien des cours, par la raréfaction du métal, pratiquée par l'Association des Exportateurs.

Le krach de Wall-Street de novembre dernier détermina la baisse : les consommateurs ayant des besoins moindres par suite du ralentissement des affaires qui suivit ce krach, ont pu comprimer leurs achats, et malgré les moyens financiers puissants dont disposait l'Association, et qui lui permettaient de retirer du marché tous les stocks produits, les consommateurs devaient l'emporter.

Les stocks ont pris depuis octobre, une ampleur imprévue quoi que l'on ait fait pour réduire la production. On les estime aux Etats-Unis à 260.000 tonnes alors qu'ils sont habituellement de 70.000 tonnes environ. Cette intervention dans le libre jeu des lois économiques devait provoquer une baisse hors de raison. Elle se caractérise par ce fait paradoxal que montre le graphique ci-dessus : le cours du cuivre est devenu vers la mi-avril plus bas à New-York qu'à Londres et s'y est tenu depuis.

Le cours de 12 cents auquel le cuivre se traite actuellement à New-York semble être assez voisin du prix de revient ; on prétend que le prix de revient s'établirait suivant les cas entre 12 et 8 cents. Il semble donc que même au cours actuel la production ne doive pas sensiblement se réduire par le simple jeu des lois économiques. Mais il semble que toute nouvelle baisse serait très sensible à la production. Aussi pensons-nous que nous avons touché le fond de la baisse. Il est vrai qu'en période de crise, les lois économiques sont souvent en défaut, et il est difficile à l'heure actuelle, de déterminer quelle évolution suivra la crise que nous traversons.

Les consommateurs ont deux fois à six mois d'intervalle remporté une victoire sur les producteurs. Il semble qu'ils puissent s'estimer satisfaits, au point où ils en sont arrivés, ils ne peuvent vraiment pas espérer mieux.



Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ÉTRANGERE

ARGENTINE

« Revista-Telegrafica » (Buenos-Ayres). — Année XVIII, N° 211, avril 1930.

Un récepteur électrifié en alternatif et de prix de revient faible, par Luis R. Pasquini (LU.8.AM.).

Ce trois lampes électrifié sur secteur alternatif 220 volts mérite une citation rapide en raison de son montage judicieux et de son prix de revient minimum.

Il comprend une détectrice Schnell-Reinartz, par lampe type E.415 à cathode chauffée indirectement. Self secondaire-réaction à trois prises interchangeables. Condensateur shunté, pouvant être mis hors circuit à l'aide d'un jack bicontacteur-séparateur pour l'amplification phonographique. Antenne connectée directement à la grille par l'intermédiaire d'un condensateur fixe de 0,0001 MF.

Première basse fréquence à transformateur par lampe identique à cathode indirecte E 415, deuxième BF à transformateur également, trigrille BF à chauffage direct B 443, jacks pour l'écoute après une ou deux BF. Le chauffage des tubes est assuré par transformateur 4 volts 2 ampères à prise médiane.

Un deuxième transformateur, mais de type sonnerie (3 + 5 volts 150 MA) est utilisé pour assurer le chauffage d'une lampe B 406 montée en redresseuse (grille et plaque réunies). L'alimentation étant prévue pour une distribution en 220 volts, cette tension est utilisée directement, redressée par la lampe B 406, elle est filtrée par deux cellules en π constituées par des condensateurs de 2 MF et deux transformateurs BF ou les primaires de deux transformateurs de sonnerie. Une résistance à prises permet d'obtenir les différentes tensions nécessaires.

Films sonores, le système Photophone, par J. Sar.

Poursuivant la suite de son étude sur les différents dispositifs de films sonores, J. Sar décrit dans ce numéro avec sa clarté habituelle, le procédé Photophone.

On se rappellera que le système inscripteur Photophone est caractérisé par l'enregistrement des sons sous forme d'oscillations latérales ou en d'autres termes, sous forme d'une sorte de peigne marginal dont les dents correspondant aux déviations d'un pinceau lumineux, produit par un galvanomètre à miroir spécial excité par le courant fourni par l'amplificateur microphonique.

L'appareil de projection utilisé à la fois pour la reproduction de l'image et du son est du type « Simplex » et n'offre pas de caractéristiques distinctes notables sur les projecteurs courants de pellicules muettes, il en diffère seulement par l'addition du système reproducteur sonore qui lui est annexé.

La bande imprimée renfermée par la bobine, magasin placée à la partie supérieure est entraînée par les différents trains de roues dentées et passe derrière l'objectif qui projette l'image puis après une boucle un peu lâche pour que l'avancement soit le plus uniforme possible, devant la cellule photoélectrique.

Un faisceau lumineux traverse un système optique qui concentre et dirige les rayons au travers d'une ouverture calibrée de même largeur et même hauteur que celle utilisée dans l'appareil enregistreur Derrière cette ouverture ou plutôt rainure passe la marge sur laquelle est imprimé le son et derrière la pellicule, en face la rainure, est placée la cellule photoélectrique.

Différents détails d'exécution sont cités sur lesquels l'auteur ne s'arrête pas, comme par exemple la suspension élastique de la cellule photoélectrique, les roues et rouleaux de guidage de la pellicule, le montage « à revolver » des lampes « excitatrices » au nombre de 3, placées sur une plateforme circulaire tournante, de façon qu'au moyen d'une commande extérieure il soit possible de mettre en action l'un ou l'autre des tubes et d'éviter ainsi une interruption trop longue dans la projection.

Le fonctionnement est le suivant: les variations du faisceau lumineux frappant la cellule photoélectrique engendrent à leur tour des variations de potentiel électrique dans celle-ci, variations convenablement amplifiées ensuite de la façon habituelle. Les cellules photoélectriques utilisées sont d'un système spécial, très sensible et répondent proportionnellement à l'excitation lumineuse reçue, qualité indispensable pour obtenir un parfait rendement des sons reproduits. L'amplificateur est d'un modèle spécial réduisant la distorsion au minimum.

Le nombre de lampes amplificatrices et de haut-parleurs nécessaires diffère suivant la grandeur de la salle, il est indiqué ci-dessous:

TYPE	Etages amplificateurs de volts	Etages amplificateurs de puissance	Haut-parleurs	Capacité de la salle (nombre d'auditeurs)
B	2	4	16	3000 à 5000
C	2	2	8	1500 à 2000
D	1	1	4	1000 à 1500
G	1	1	1	500

Différents systèmes protecteurs et de sécurité sont employés de façon que l'audition ne puisse être interrompue totalement. C'est ainsi que si une lampe vient à ne plus fonctionner le volume sonore est simplement diminué.

Les haut-parleurs sont du type électrodynamiques le plus fidèle. Ils sont disposés derrière l'écran sur un panneau vertical monté sur roues aisément déplaçable.

Le système Photophone réunit grâce aux caractéristiques spéciales dont l'auteur donne une idée très claire, des qualités extraordinaires de puissance et de pureté. Le système d'impression « à contraste direct » contribue à diminuer le « bruit de fond » si gênant et donne une marge d'impression plus grande avec une inertie totale minimum.

BELGIQUE

Le poste d'essais SBR 21.401

« Radio-Home » (Bruxelles). Année VI, N°s 123 et 124, 10 et 25 mai 1930.

Description illustrée de la nouvelle station de la SBR à Forest, devant permettre d'effectuer les essais nécessaires avant la construction des stations de 20 kw. antenne, commandées à la SBR par *Radio-Belgique* et qui seront installées à Velthem.

Du type master oscillator à l'heure actuelle adopté partout, la station SBR.21.401 émet sur une λ de 339 mètres. Toutes les précautions sont prises pour qu'aucune réaction ne se produise entre deux étages successifs.

Les différents étages de puissance croissante exigent des tensions de 3.000 à 12.000 volts, obtenues par redressement et filtrage du secteur alternatif. Les filaments sont directement alimentés en alternatif. L'antenne utilisée a une longueur de 50 mètres et est supportée par deux pylônes de 80 mètres de hauteur.

L'alimentation des récepteurs sur le secteur continu, par A. Planes-Py.

Etude en plusieurs numéros sur l'alimentation par le secteur continu: chapitres III et IV, alimentation filament et plaque avec batterie 4 volts en tampon, alimentation totale filament plaque et grilles avec batterie 4 volts en tampon.

ESPAGNE

« Radio-Tecnica » (Madrid). N°s 5 et 6, 1er et 15 mai 1930.

Le « Kit Radio-Tecnica » N° 3.

Montage prévu pour la réception des ondes courtes et extra-courtes composé d'une détectrice à réaction magnétique, d'une première BF à résistance et d'une deuxième BF à transformateur. Accord en Bourne.

La principale particularité de ce montage réside dans le mode de détection choisi, qui est celui dit par la plaque, détail à signaler car la détection plaque n'est pas utilisée habituellement pour la réception des ondes courtes en raison de son manque de sensibilité. Le retour de grille est directement

Digitized by Google

connecté au pôle négatif du chauffage. L'avantage retiré de ce mode de détection est une plus grande stabilité de la détectrice et un accrochage plus doux.

Le récepteur « Oc Trois », par J. de la Hoz.

Spécial également pour les ondes courtes, mais avec possibilité de recevoir le Broadcasting sur ondes moyennes, ce circuit comprend une détectrice Schnell Bourne et deux étages BF à transformateurs. Il ne comporte rien de particulièrement inédit et présente une allure nettement publicitaire.

ITALIE

« RADIO-LUX » (Milan). — 30 avril 1930, année IV, N° 4.

Le numéro d'avril de *Radio-Lux* est présenté, sans augmentation de prix, sur papier couché, les gravures sont soignées, le nombre de pages et de photographies considérablement augmenté. Cette revue se place maintenant parmi les plus intéressantes et les plus importantes d'Italie.

Un amplificateur de 50 watts. (Puissance utile 12.000 M.W.), par F. JENNY.

Amplificateur P.U. ou radio entièrement alimenté par le secteur alternatif, comprenant une lampe d'entrée BI.4090 à cathode indirecte, attaquée par transformateur rapport 1/4, un deuxième tube CI.4090 à cathode chauffée indirectement, liaison par résistances capacités et une W.50.MS finale à chauffage direct, liaison par transformateur de rapport 1/3.

L'alimentation est assurée par un transformateur à quatre secondaires assurant respectivement :

Le chauffage filament de la valve monoplaque redresseuse R.50.M. 10 volts 3 ampères.

L'alimentation haute tension sous 1.100 volts 70 M.A.

Le chauffage des deux premiers tubes à cathode indirecte (2+2 volts 2 ampères).

Le chauffage de la BF finale (5 + 5 volts 3 ampères).

Des résistances et condensateurs permettent d'obtenir les différentes tensions de plaque et de polarisation nécessaires. Cet amplificateur capable d'actionner quatre haut-parleurs dynamiques en série parallèle par deux, est spécialement destiné à l'équipement d'une installation cinématographique sonore.

Le « Super-Simplex » à deux lampes électrifié, par G. B. ANGELETTI.

Amplificateur universel à deux lampes, la première à cathode indirecte, la seconde trigrille de puissance à chauffage direct. Alimentation classique par transformateur à trois secondaires, valve biplaque et filtre. Cet amplificateur peut être utilisé de la manière suivante :

a) amplificateur P.U. à deux lampes ;

b) récepteur galène et 2 BF ;

c) récepteur détectrice + BF.

L'ensemble récepteur et alimentation peut être monté dans un coffret de faibles dimensions.

Ondemètres pour ondes courtes, par Dante BOLAFFI

Article descriptif abondamment illustré sur les ondemètres spéciaux pour ondes courtes : à absorption, à buzzer et hétérodyne. Les conditions devant être remplies par le condensateur d'un ondemètre sont les suivantes :

a) variation linéaire de longueur d'onde ;

b) pertes très faibles ;

c) douceur et uniformité de la rotation ;

d) constance des caractéristiques dans le temps ;

e) grande robustesse mécanique.

Avec un condensateur de capacité maxima de 90 centimètres et résiduelle de 7 et des selfs interchangeables à une seule couche dans l'air en fil argenté 12/10, diamètre de l'inductance 7 centimètres, on obtient les chiffres suivants :

4	spires : de	12	à	23	mètres
10	— —	16	-	48	—
20	— —	30	-	92	—
40	— —	65	-	190	—

Pour l'ondemètre à buzzer, la self comporte une prise médiane d'excitation.

L'émission sur cadre et les émetteurs transportables à ondes courtes, par G.-C. CACCIA.

Contribution à l'étude des émetteurs sur cadre avec emploi de circuits perfectionnés à haut rendement.

Un émetteur transportable ou portatif étant par définition utilisé pour effectuer des émissions à distances relativement réduites par ondes directes seulement, l'emploi du cadre peut constituer une solution intéressante si on considère la rapidité de mise en fonctionnement et la diminution de l'encombrement.

Le collecteur choisi comporte une seule spire plate, procédé donnant un effet directif maximum, il est couplé magnétiquement à l'inductance plaque de l'émetteur au moyen d'une self de peu de valeur et l'ensemble cadre-self est accordé par un condensateur variable.

L'émetteur est du type le plus simple connu à commande par quartz : un cristal remplace le circuit oscillant de grille et l'entrée en oscillations s'effectue par accord du circuit-plaque. Un microphone est intercalé par l'intermédiaire d'un transformateur de modulation dans la dérivation de grille.

En utilisant une triode du type U 418, la puissance alimentation est de 4 watts sous 150 volts/plaque. On peut atteindre 20 watts avec une P 450 sous 200 volts, mais sous une telle puissance, le cristal peut être irrémédiablement détérioré. L'auteur conseille la même lampe sous 150 volts plaque et un courant anodique de 60 à 70 milliampères.

Différents essais furent effectués entre 10 et 100 mètres, mais les résultats les plus sûrs furent obtenus entre 50 et 80 mètres. Sur 65 mètres il fut possible de communiquer régulièrement aussi bien de nuit que de jour à une distance de 45 kilomètres.

PORTUGAL

« RADIO-SCIENCIA » (Lisbonne). — Avril 1930, N° 12.

Le numéro 12 de *Radio-Sciencia* commémore l'anniversaire de fondation du journal. C'est en effet en mai 1929 que parut le n° 1 de la « Deuxième Série de T.S.F. en Portugal », sous le titre plus moderne de *Radio-Sciencia*. Il constitue un épais fascicule d'un grand intérêt, car *Radio-Sciencia* est le seul organe de T.S.F. édité en Portugal dans la langue nationale. Ses chroniques répondent exactement aux désirs des amateurs qui peuvent en toute confiance entreprendre les montages préconisés qui sont tous essayés au laboratoire de la revue.

Descriptions des stations de radiodiffusion montées et exploitées par des amateurs : CT.3AG de Funchal (Madère), CT.1BO et CT.1AA de Lisbonne, et *Radio-Porto*.

Le Stradivarius. — Article documenté et abondamment illustré d'un montage moderne comprenant deux étages haute fréquence par lampes à grille écran blindés, une détectrice grille de puissance et deux étages basse fréquence à transformateurs.

Deux boutons de réglage seulement : l'accord et les deux résonances, volum control sur les écrans des HF. Les bobinages HF sont constitués par des enroulements à spires jointives sur mandrins à arêtes de faible diamètre (4 centimètres). Liaisons par transformateurs secondaires accordés de rapport 1 à 2 interchangeables. Réception sur petite antenne des stations éloignées (deux couplages différents de l'aérien) et sur cadre des émissions proches.

André PLANES-PY.

Digitized by Google

Grande Exposition Allemande de T. S. F.

en union avec

L'EXPOSITION DE MACHINES PARLANTES

BERLIN 1930

COMME tous les ans en automne, la *Grande Exposition allemande de T. S. F., Berlin 1930* se tiendra cette année du 22 au 31 août, et pour la première fois cette année en union avec *l'Exposition de Machines Parlantes, Berlin 1930.* Ces deux expositions seront tenues dans le rectangulaire des halls près la tour de radio.

Dans les 6 halls de la tour de radio, se trouve exposée toute l'industrie allemande de la T. S. F. de marque, et de ses productions. L'on pourra également y trouver les noms de toutes les autorités allemandes compétentes pour la T. S. F. ainsi que ceux des sociétés d'émission, en même temps que ceux de l'industrie des machines parlantes, des fabriques de disques et accessoires.

La poste allemande du Reich et la Société de T. S. F. du Reich montreront, en particulières expositions, que le *développement de la T. S. F.* en Allemagne ne fait que s'accroître sur la base de recherches autant intensives qu'infatigables. *Les expositions spéciales* pourront donner un aperçu sur les productions scientifiques et techniques de tous les laboratoires officiels.

Dans la Phono-Revue, une revue historique de culture donnera, à côté de l'exposition des produits industriels, un aperçu général sur l'histoire de la phono-technique et sur les ateliers de la phono-technique moderne. Des images sonores du musée des sons rendront vivantes, pour les visiteurs, *les voix des temps et la voix des peuples.*

Nulle autre part ailleurs dans le monde, il ne sera offert aux intéressés, dans le cadre d'une exposition qui embrasse les deux domaines économiques si apparentés de T. S. F. et de l'industrie phonographique, une semblable possibilité d'orientations, à la même place et en même temps.

Le terrain d'exposition avec les nouveaux jardins de la Tour du Radio, et la Tour elle-même (138 m. de haut, restaurant moderne à une hauteur de 55 m.) offrent aux visiteurs un séjour des plus agréables. La position centrale de la capitale du Reich rend essentiellement commodes et *rapides* ses *communications* par chemin de fer, avion, automobile, *avec toutes les places européennes.* Les hôtels sont une garantie pour tout le confort et toute l'élégance que l'on peut désirer, bien que les prix en soient des plus normaux. Un service officiel de logement permet de donner satisfaction, sans le moindre désagréable frottement, aux foules de visiteurs qui pourraient venir, même dans le cas où leur nombre dépasserait le chiffre normal.

La capitale de l'Allemagne, connue par les mille curiosités qu'elle offre à tout le monde, présente justement aux époques de l'exposition, un programme de théâtre et de musique des plus variés. Il y aura une foule de premières, et les musées d'Etat de la Prusse, célèbres dans le monde entier, font leurs préparatifs pour fêter de la façon la plus brillante, leur centième anniversaire.

Tous autres renseignements seront donnés par l'Office de Tourisme de Foires et d'Expositions de la ville de Berlin, Charlottenburg 9, 22 Königin Elisabeth-Strasse.

Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 38 — Juin 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcastin Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P.T.T. à Prague.

3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

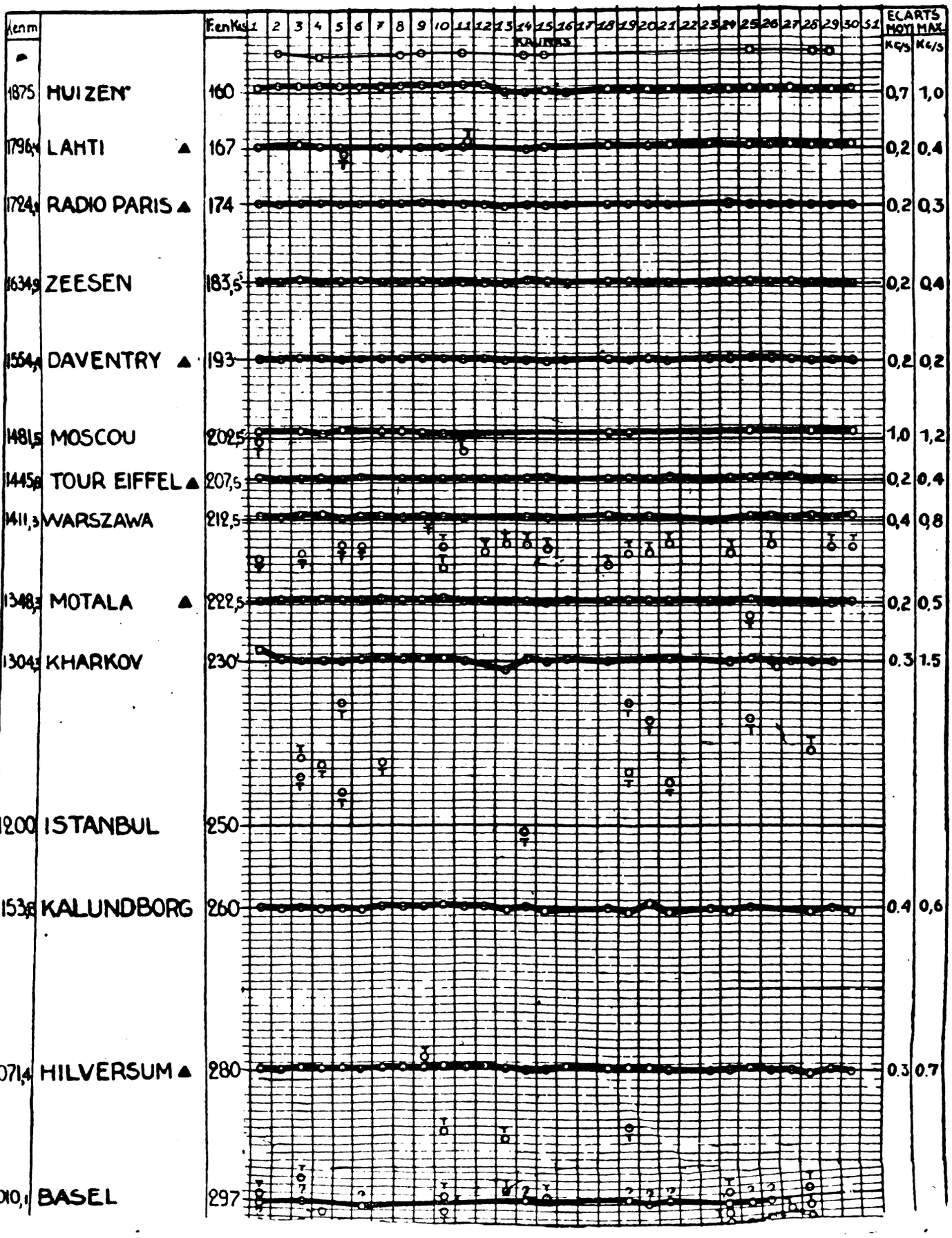
4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

Bruxelles, le 5 Juillet 1930.

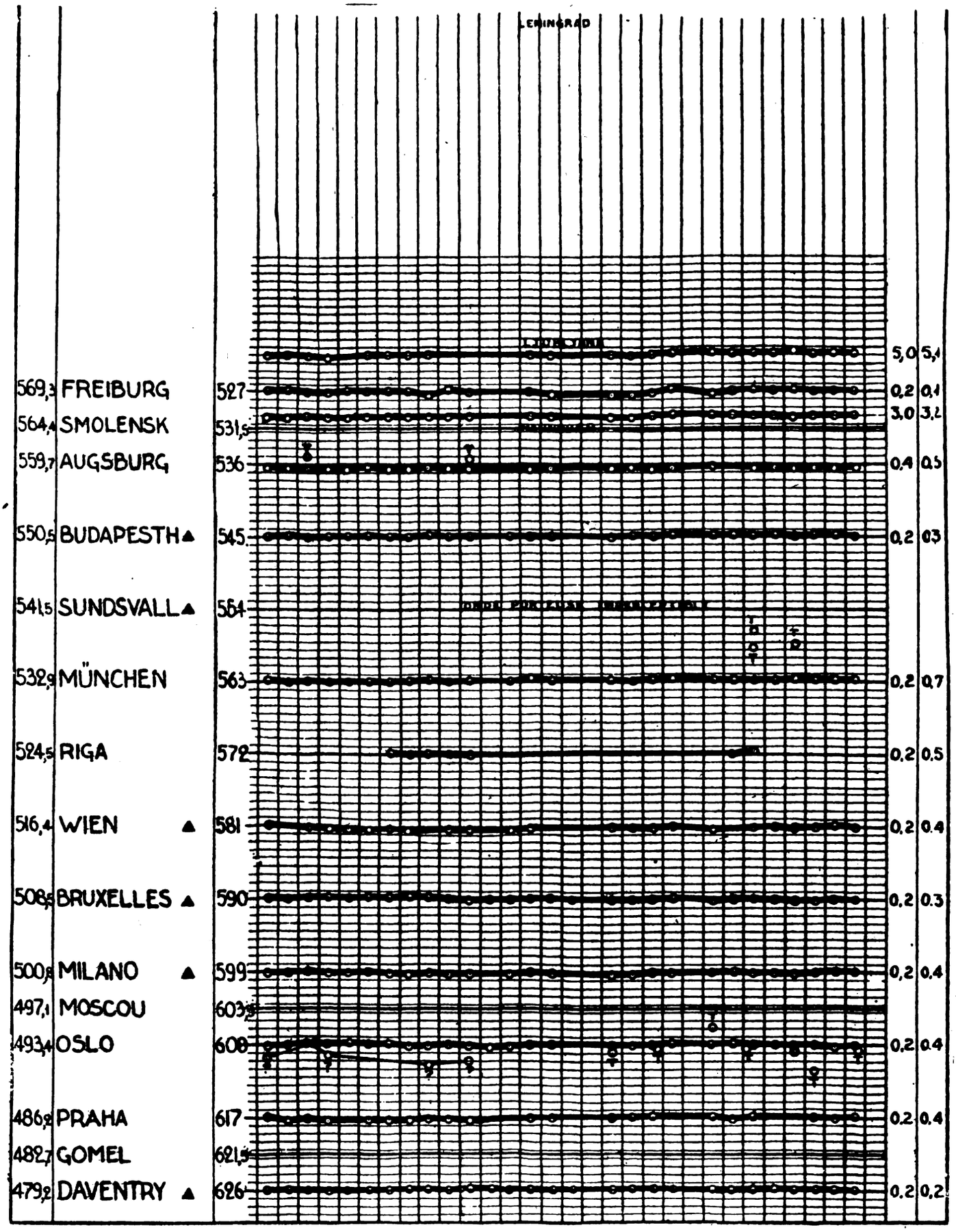
Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

Digitized by Google



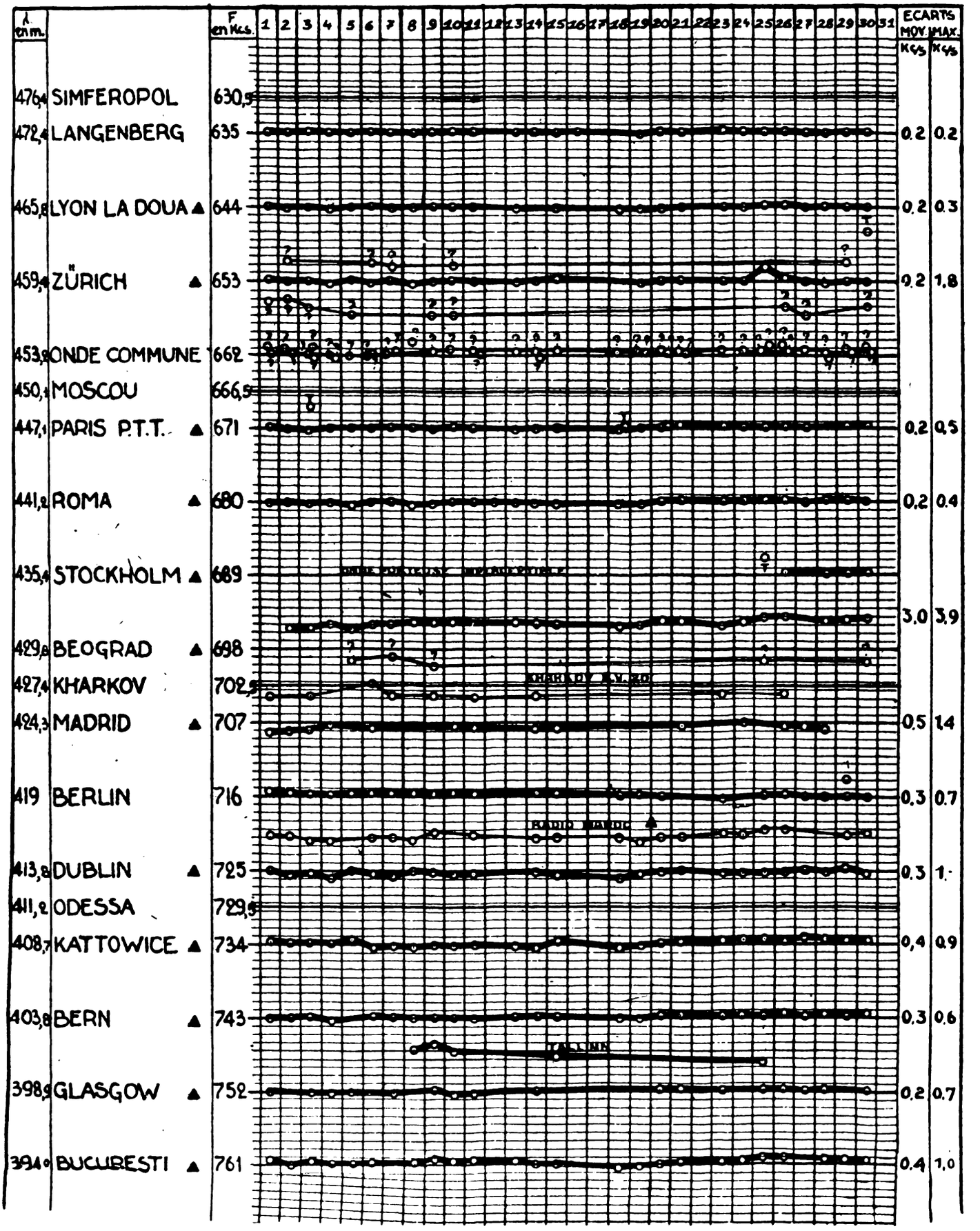
Digitized by Google



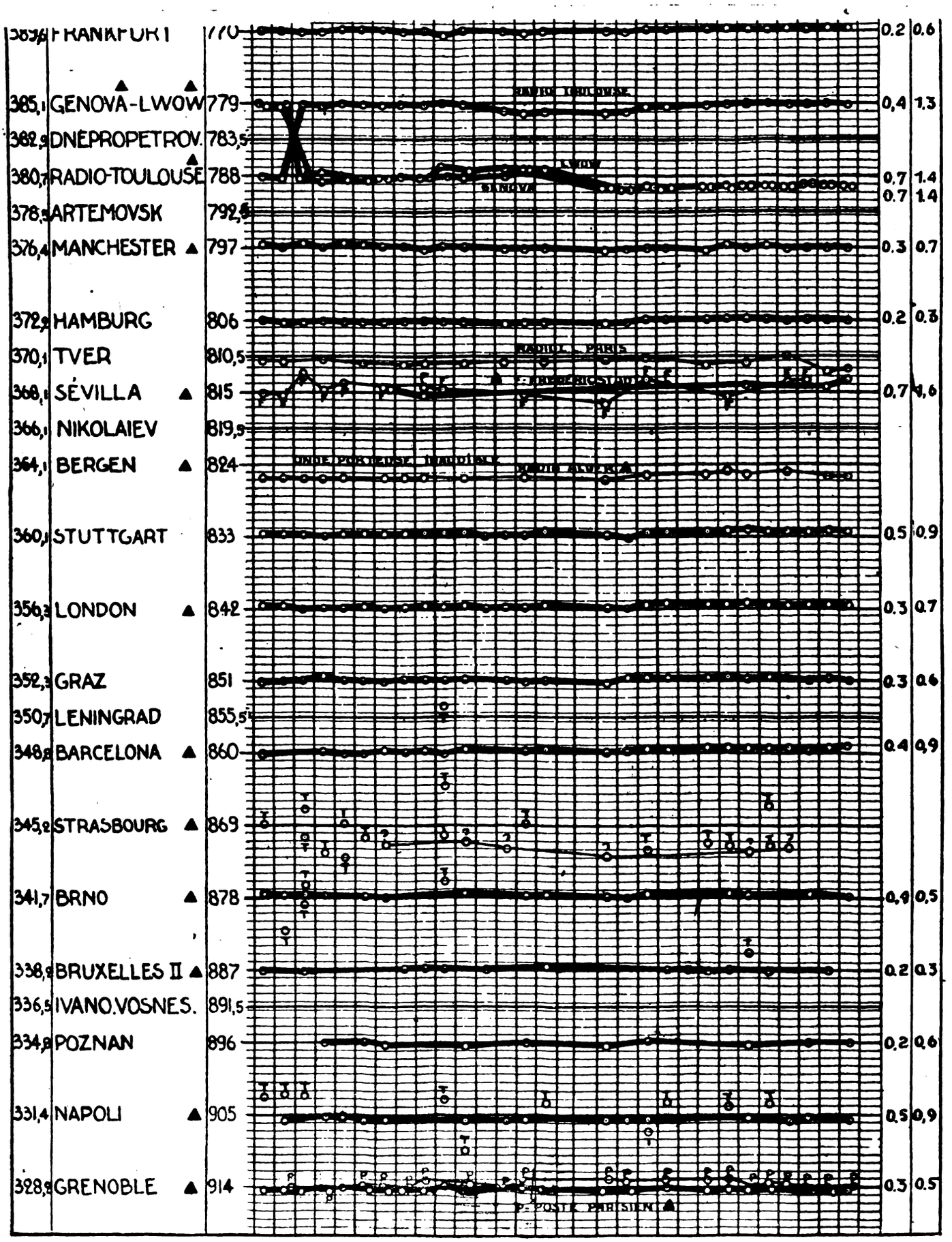
Reception très difficile en raison des longues journées et du temps généralement très

Digitized by Google

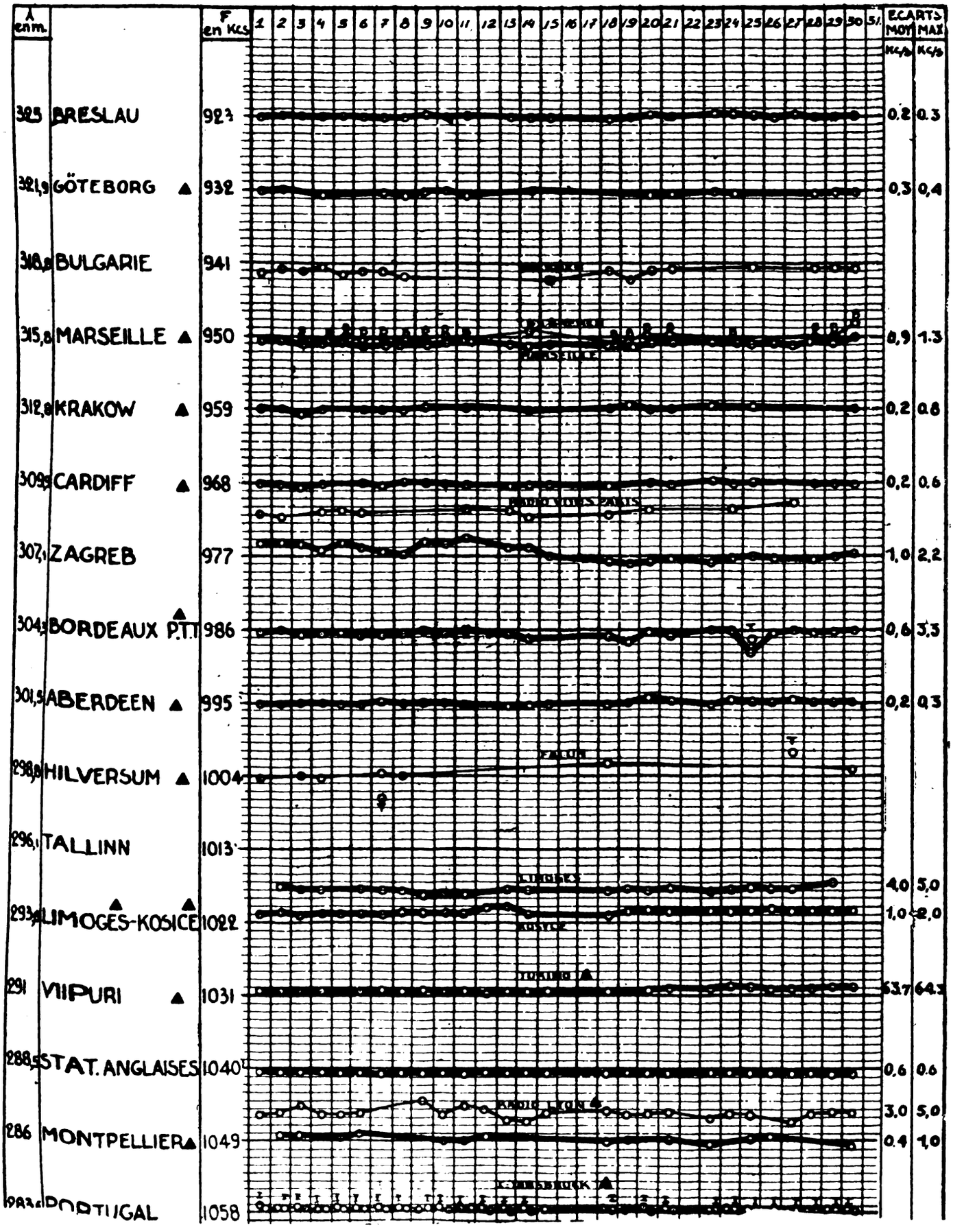
STATIONS POURVUES D'UN ONDEMETRE DE L'U.I.R



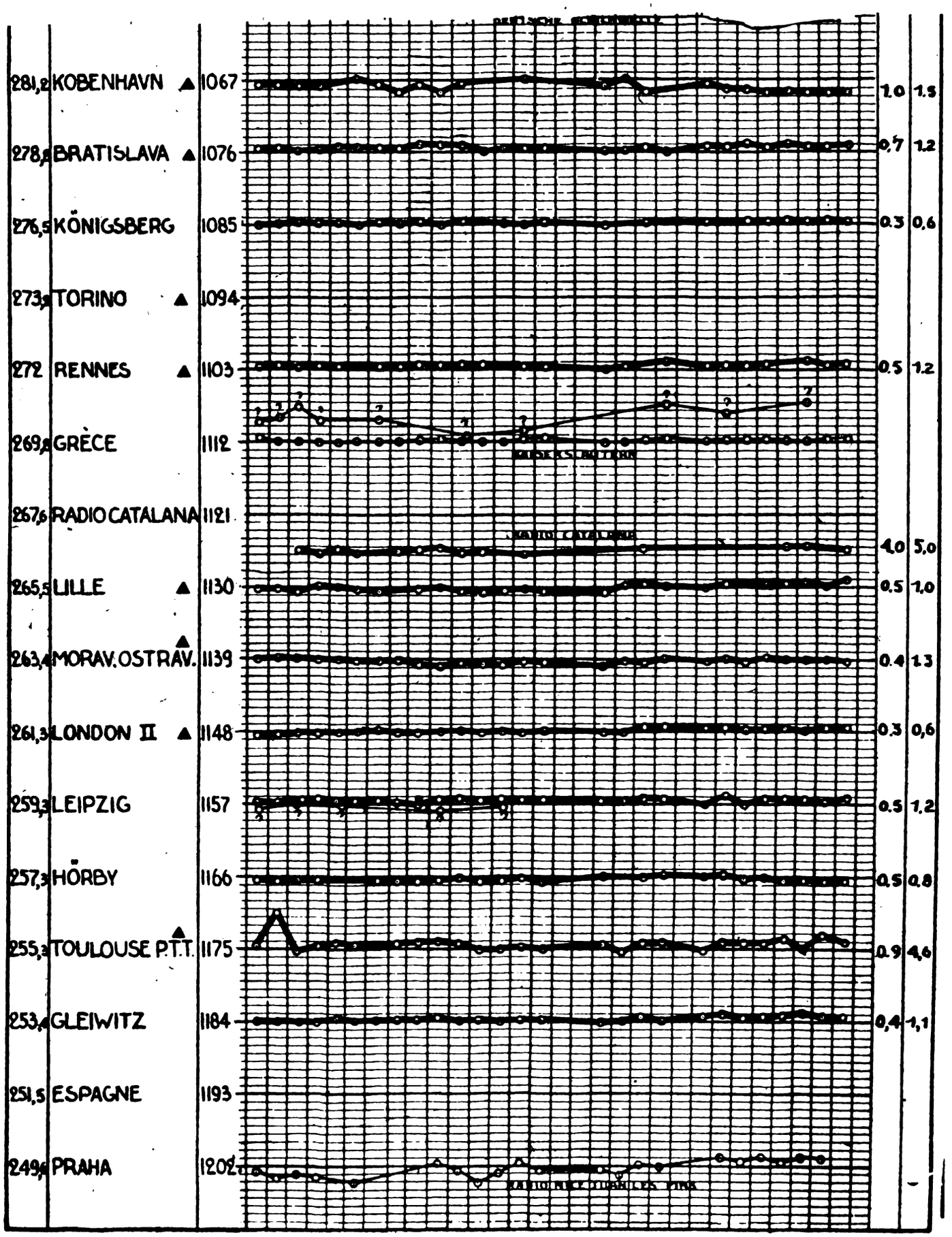
Digitized by Google



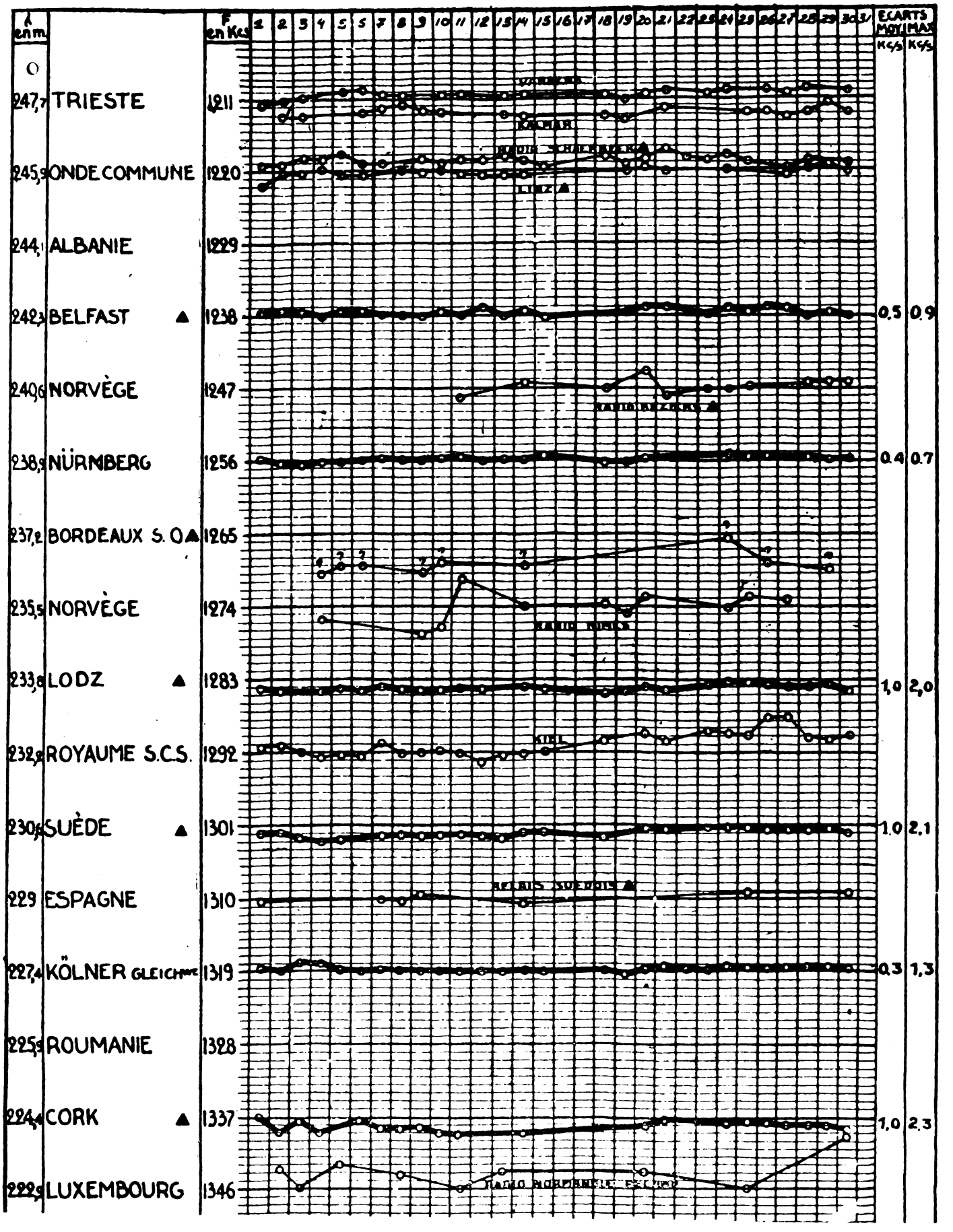
aeux surtout en ce qui concerne les stations du Nord de l'Europe



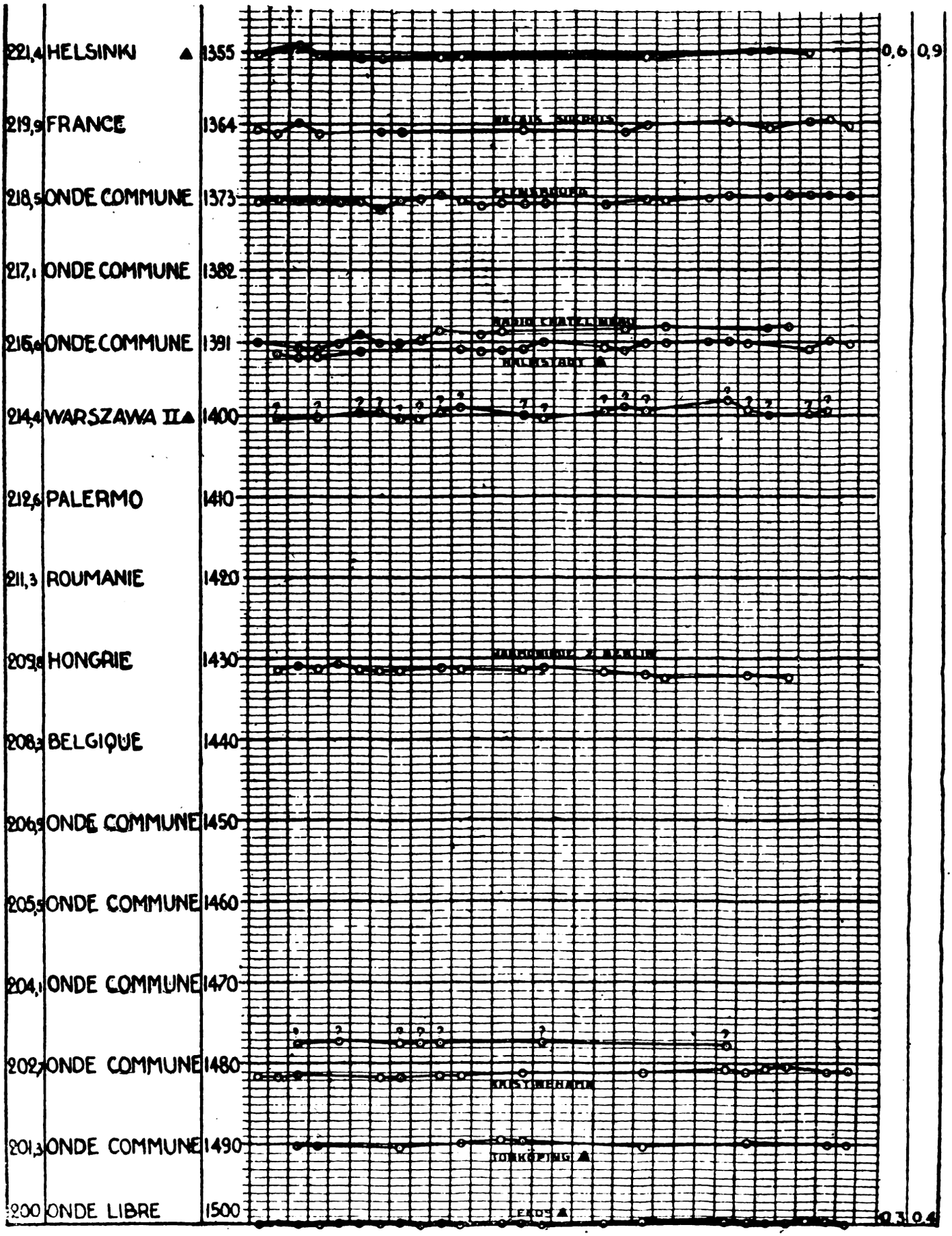
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

SEPTEMBRE 1930 N° 78

Eng'ng

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

THE LIBRARY OF THE
SEP 15 19
UNIVERSITY OF ILLINOIS

SOMMAIRE

Il faut qu'une fenêtre soit ouverte ou fermée... ou entr'ouverte ? 1
Galvani 1737-1798) et Volta (1745-1827) (Général ALVIN) 3
Au sujet du condensateur (Général CARTIER) 7
Ce qu'il faut savoir sur le cinéma sonore (R. TABARD) 10
Phono et pick-up (W. LIPOUG) 21
L'aluminium 23
Les actions à vote plural: ce qui reste à faire (R. LEROQUE, *Docteur en Droit*) 26
Les colloïdes (J. GRANIER, *Ingénieur E. S. E.*) 29
La détection de puissance (R. CUIN, *Ancien élève E. E. M. I.*) 32
Un ensemble émetteur-récepteur de 10 watts (André PLANES-PY) 35
Le sténode radiostat (TEYSSIER) 38
L'isolement et la protection des transformateurs (Allen JOHNSON et Edwin S. BUNDY) 41
La sous-station à redresseur automatique de 1.000 kw. à arc de mesure de l'Union Railway Compagny de New-York (W.-E. GUTZWILLER et O. NALF) 45
Petites nouvelles 48
Les installations électriques des aéroports (Gilbert ETIENNE) 49
Défaillances de magnétos (E. PEPINSTER) .. 53
Le froid: la conservation des fruits et des fleurs (A. MICHEL, *Ingénieur-frigoriste*) 54
Sources lumineuses utilisées en éclairage (PAGÈS) 57
Selfs de choc Dyna 62
Bourse de Paris (du 15 Juillet au 10 Août) .. 63
A travers la presse étrangère 64
Les Brevets (Ch. FABER, *Ingénieur-radio E. C. P.*) 66
Echos de partout 68
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission 69

Prix : 6 francs

Digitized by Google

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par

L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** *c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.*

***L'Antenne* est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs**

L'ANTENNE contient les programmes de toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 FR.

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2e)

LA DEUXIÈME ÉDITION DE

Pratique et Théorie de la T.S.F.

par Paul BERCHÉ

est en cours d'impression. Elle contiendra outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, à l'heure actuelle complétement épuisée, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES ♦ 703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2e

Digitized by Google

11e Année N° 78 SEPTEMBRE 1930

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:
France et Colonies. 70 fr. par an
Etranger. . . . . 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:
53, rue Réaumur, PARIS (2e)

TELEPHONE:
Richelieu. 88-27
Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

Il faut qu'une fenêtre soit ouverte ou fermée... ou entr'ouverte ?

Dans la chronique des sept à Radio-Paris, le lundi 28 juillet, Paul Reboux a attaqué un sujet dont l'écoute m'a fourni ce titre. Il racontait d'une manière fort humoristique une évolution dans les méthodes préconisées par l'art qu'a illustré Diafoirus. Loin de moi l'idée de vouloir me moquer des médecins ; ils représentent une corporation non seulement très utile à l'humanité, mais aussi un ensemble de gens extrêmement dignes et d'une mentalité fort élevée. Mais c'est sûrement de leur côté que viennent les plus grands changements de l'orientation du vent créant la mode intérieure. Un savant américain, se basant sur l'observation du sommeil des animaux, conclut à l'inutilité et même au danger de dormir en conservant une fenêtre ouverte ; on fait ainsi travailler beaucoup trop les poumons et il s'ensuit une hyper-oxygénation (oh ! le vilain mot !) des cellules nuisibles au bon fonctionnement normal.

Bien des gens, ainsi que le fait remarquer H. Poincaré dans son remarquable livre intitulé la « Science et l'Hypothèse », au chapitre X sur les Théories de la Physique moderne, croient voir en cela la faillite de la Science moderne et c'est ce point sur lequel je voudrais aujourd'hui attirer l'attention des lecteurs du « Q S T » au sujet de l'é-

Digitized by Google

lectricité et de la radiophonie en particulier.

Je sais bien que les très intéressants articles du général Cartier ont précisé un grand nombre de points, mais une vue d'ensemble me paraît indispensable. Elle orientera le lecteur sur les articles qu'il lira ici en lui montrant que la relativité est très générale.

Le premier point important est de bien préciser les définitions de la théorie et de l'hypothèse pour qu'on ne les confonde et qu'on ait une idée juste relativement aux arguments présentés par nos collaborateurs.

Théorie, du grec « théorein », considérer, examiner (d'où théorème), exprime l'idée d'une connaissance spéculative, d'un ensemble de points de vue donnant une explication complète d'un certain nombre de faits. J'ai écrit avec intention « une explication », pour les raisons qui seront exposées plus loin. Mais ce mot signifie aussi suite de faits se suivant logiquement ou dans un ordre conforme aux idées ayant cours.

Hypothèse désigne ce qui est à la base, supposition vérifiée par l'expérience dans les sciences mathématiques, de toute théorie.

On oublie trop souvent lorsqu'on parle de la faillite de la Science que justement toute théorie est basée sur une hypothèse et qu'elle est une explication possible d'une série de phénomènes. Pourquoi donc ne remonte-t-on pas l'absolu ? Tout simplement parce que l'absolu n'est pas humain et que tout dans l'esprit de l'homme est relatif ; nous ne pouvons atteindre à la connaissance de l'absolu car toujours il nous manque quelque chose pour atteindre à la généralité complète.

Cet état de choses provient de deux phénomènes : d'une part, le temps est hors de l'atteinte de l'être humain tant pour le passé qu'en ce qui concerne le futur. On ne peut que très difficilement réaliser une expérience deux fois dans les mêmes conditions. La machine est à mouvement continu sans possibilité de marche arrière. Que peuvent être les archives conservées depuis cent ans parallèlement aux travaux accumulés depuis l'apparition de l'homme sur la planète ? Et « à fortiori », l'inopérance des travaux des êtres pensants des autres astres est flagrante.

En second lieu, les instruments d'investigation servant aux vérifications des hypothèses sont humains, donc imparfaits et la théorie n'a qu'un degré d'approximation égal à celui des mesures. C'est là qu'il faut chercher la signification de la limitation des décimales, et là seulement.

Pour mieux situer le problème, il me semble intéressant de me référer à un exemple. On saisira mieux ainsi le but de la théorie et ses défauts possibles.

Les théories de la lumière sont un exemple frappant de l'évolution des idées. Fresnel attribuait la naissance de la lumière aux mouvements de l'éther ; vinrent ensuite Maxwell et la théorie des ondulations. De nos jours, Maurice de Broglie voit la vérité dans une juxtaposition de ces deux points de vue. Alors ?

Alors, direz-vous, quel est le rôle de la théorie dans la Science moderne ? Comme écrit H. Poincaré, ce cerveau génial qui surclasse une génération : que tel phénomène périodique soit réellement dû à la vibration de cet atome qui, se comportant comme un pendule, se déplace véritablement dans tel ou tel sens (et, j'ajoute, dans tel ou tel milieu), voilà ce qui n'est ni certain ni intéressant, mais qu'il y ait entre l'oscillation étudiée et tous les phénomènes périodiques une parenté intime, que ce parallélisme se poursuive dans le détail, qu'elle constitue une conséquence de principes plus généraux : voilà la vérité qui restera toujours la même sous tous les costumes dont nous l'affublerons.

Pratiquement, ceci se réalise par le fait que partant de points de départ extrêmement variés, de très nombreux savants étudiant le même problème arrivent à des systèmes d'équations identiques. C'est cet appareil mathématique qui exprime les rapports entre diverses grandeurs. Ce rapport est constant, ce qui varie, est le nom que nous donnons à ces grandeurs, Il ne faut donc pas crier à la faillite quand nous changeons seulement un nom.

Dans tout ce qui a trait aux théories il faut donc distinguer. Je ne puis pas aujourd'hui traiter complètement cette question qui me semble absolument passionnante, tant par sa généralité que par suite des idées qu'elle doit fixer chez le lecteur, mais je reviendrai là-dessus le mois prochain.

Pourtant, je tiens à préciser un premier point en terminant ces lignes. Il est double et a trait à l'expérimentation et ainsi au rôle de la théorie dans l'ensemble scientifique.

Quel est donc ce dernier ? Trop souvent on a voulu voir dans une théorie la seule explication possible d'une série de phénomènes ; ce n'est point là, à mon avis, un sentiment sage ; comme je l'ai dit plus haut, cette assertion est beaucoup trop absolue pour satisfaire l'esprit humain. C'est une affaire du moment ; une théorie est le résultat de l'éducation de toute une race, de plusieurs générations.

Mais, de plus — et ceci est essentiellement important — elle comporte un facteur personnel de toute première grandeur : c'est celui qui intervient dans l'expérimentation de vérification de l'hypothèse de base. Non seulement prend place le facteur oculaire ou acoustique de l'individu, mais d'une part, la quantité des instruments utilisés, et d'autre part, l'interprétation donnée aux faits.

On conçoit donc qu'une théorie soit un édifice essentiellement sujet à variations : même ébranlé, même rejeté à terre, il conserve encore une importance par ses résultats actuellement négatifs et qu'un renouveau peut faire refleurir.

L'esprit scientifique comporte non seulement l'analyse des phénomènes complexes, mais aussi la synthèse. Or la seconde est évidemment un fait personnel. Souvenons-nous en toujours.

Septembre 1930.

Digitized by Google

Galvani (1737-98) et Volta (1745-27)

par le Général ALVIN

Plusieurs articles auxquels le lecteur a semblé prendre le plus grand intérêt ont paru à cette place; nous continuons aujourd'hui par « Galvani et Volta » dont les œuvres sont analysées de telle sorte qu'elles intéresseront comme à leur habitude.

Avoir les multiples applications du courant électrique dans le domaine de la vie journalière, on serait tenté de croire qu'elles sont le résultat d'une lente évolution. Il n'en est rien. Les hommes connaissaient depuis les temps préhistoriques la vapeur d'eau produite par ébullition et ils pouvaient domestiquer la force élastique de cette vapeur depuis les expériences mémorables de Denis **Papin** en 1705. Ils ne connaissent la force électromotrice que depuis l'année 1800, date à laquelle l'italien **Volta** réalisa grâce à sa **pile** le premier courant électrique et inventa ce merveilleux instrument qu'Arago mettait déjà en 1831 sur le même rang que le télescope et la machine à vapeur. Les prévisions de cet illustre physicien ne sont-elles pas largement dépassées et pouvait-il se douter de l'essor que devait prendre la découverte du savant dont il prononçait le 26 juillet 1831, l'éloge en séance publique de l'Académie des sciences ?

Mais il n'est pas possible de séparer le nom de **Volta** de celui de son compatriote **Galvani,** plus jeune que lui de huit ans, dont il reprit une partie des expériences et dont il contesta courtoisement mais fermement les conclusions. Cette querelle scientifique a été féconde; elle a poussé **Volta** à des recherches de plus en plus rigoureuses qui ont démontré la justesse de son point de vue, auquel **Galvani** se serait certainement rallié si la mort ne l'avait prématurément frappé.

Quel était l'état des connaissances **en électricité** lorsque **Galvani** professait à l'Université de Bologne et **Volta** à l'Ecole de Pavie à la fin du 18e siècle? A cette question, on pourrait répondre que de l'électricité on ne connaissait que quelques phénomènes **statiques. Théophraste** chez les Grecs, **Pline** chez les Romains, citent dans leurs ouvrages les propriétés de certains corps d'attirer les corps légers après frottement. Le nom grec de l'ambre (**électron**) a conduit au mot **électricité,** par lequel on désigna d'abord la

VOLTA

puissance attractive des corps frottés; le même mot s'applique maintenant à une grande variété d'effets, à tous les détails d'une science.

Le phénomène électrique ne fut pas autrement étudié avant la fin du 16e siècle; **Gilbert,** médecin de la reine Elisabeth, mort en 1603, reconnut qu'on peut électriser un grand nombre de corps, tels que les pierres précieuses, le soufre, la résine, la gomme-laque, le verre, etc... Il publia sous le titre « **De arte magnetica** » un livre sur les phénomènes magnétiques; il découvrit le pouvoir des pointes et reconnut qu'en approchant le doigt d'un globe de soufre on en tirait une étincelle.

Mais il manquait à **Gilbert** un appareil avec lequel il pût procéder à des investigations précises. Il fallait à l'électricité sa machine. Ce fut **Otto de Guericke,** bourgmestre de Magdebourg qui la lui donna. Sans doute cette première machine était fort rudimentaire, étant constituée d'une sphère de soufre traversée d'un axe à manivelle. Un physicien anglais, nommé **Hauksbée** obtint en 1710 des effets électriques plus considérables en remplaçant le globe de soufre par un cylindre de verre auquel il imprimait mécaniquement un mouvement de rotation tandis qu'on le frottait avec la main. Cette machine fut perfectionnée en Allemagne par **Boze** (1733), en France par l'abbé **Nollet** (1747), en Angleterre par Ramsden (1770).

A la fin du 18e siècle, la machine électrique à plateau de glace tournant à frottement entre quatre coussins de peau avait pris la forme qu'elle a conservée, à quelques modifications près, dans les laboratoires de physique.

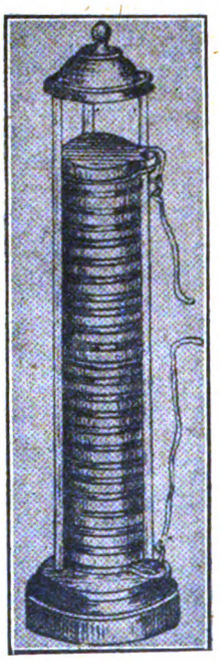
Cette machine, qui débitait de l'électricité, a permis de charger les premiers **condensateurs** à plateaux, desquels dérive la **bouteille de Leyde.** L'invention de cette bouteille est due à **Cunews,** riche bourgeois de Leyde, élève de **Mussenbiœk.** Elle se compose d'un récipient de verre

Digitized by Google

rempli intérieurement de feuilles d'or ou d'étain, dans lesquelles pénètre une tige de métal qui se recourbe au dehors en crochet, terminé par une boule. Sur la surface extérieure du récipient, et jusqu'aux trois quarts de sa hauteur environ, on colle une feuille de papier d'étain. Quand on tient cette bouteille à la main par la feuille d'étain qui l'entoure et qu'on présente le crochet à une machine électrique, l'électricité de cette dernière se répand sur les feuilles métalliques de l'armature interne. L'armature externe constituée par la feuille d'étain communique avec le sol par l'intermédiaire du corps de l'observateur. Pour décharger la bouteille on peut appliquer sur l'ossature externe une des boules d'un excitateur à manches de verre, puis approcher l'autre du crochet qui termine l'ossature interne. L'étincelle jaillit. Si l'on opère à la main, sans excitateur, on ressent une secousse qui terrifia les premiers expérimentateurs. « Je croyais que c'était fait de moi. » écrit Massenbrœk dans une lettre qu'il adressa à Réaumur le 20 avril 1746 pour lui relater les détails de son expérience. Winckler assure que, lorsqu'il se soumit pour la première fois à la commotion électrique, il fut pris de convulsions dans tout le corps et craignit d'être attaqué d'une fièvre chaude. L'abbé Nollet, après avoir ressenti lui-même une commotion qui lui « fit involontairement plier le corps et ouvrir la bouche » exécuta solennellement l'expérience à Versailles, devant le Roi et la Cour avec une compagnie de 240 gardes françaises formant la chaîne. L'intérêt et la curiosité de ces phénomènes se propagèrent dans l'Europe entière. On avait décidément mis le tonnerre en bouteille.

Cette expression était rigoureusement exacte, **Franklin** ne devant pas tarder à démontrer l'identité des phénomènes ainsi provoqués avec les phénomènes naturels qui se produisent au cours des orages. La lettre de l'illustre physicien de Philadelphie sur l'analogie du tonnerre et de l'électricité porte la date du 29 juillet 1750; ses arguments sont irréfutables. En cette même année 1750, Franklin mettait dans tout son jour le **pouvoir des pointes**, c'est-à-dire l'action qu'exerce un corps conducteur effilé pour faire disparaître, par sa seule approche, l'électricité qui existe à la surface d'un corps. (lettres de **Franklin** à **Pierre Colliuson**). Le paratonnerre était inventé.

Pour expliquer ces phénomènes, **Franklin** mit en avant une théorie qui s'opposait à celle de **Symmer** — d'après ce dernier, tout corps possède des quantités indéterminées et égales d'électricité **résineuse** et d'électricité **vitrée**; le frottement de deux corps l'un sur l'autre a pour effet de séparer ces deux électricités, d'accumuler la vitrée sur l'un et la résineuse sur l'autre. — D'après **Franklin**, il n'y a qu'une seule électricité. Quand un corps en possède sa quantité normale, il est à l'état **neutre** ; il ne paraît électrisé que



PILE DE VOLTA

lorsqu'il possède une quantité d'électricité plus grande ou plus faible que sa charge normale; dans le premier cas on dit qu'il est électrisé **positivement**, dans le second cas, qu'il est électrisé **négativement**. En frottant deux corps l'un sur l'autre, on détermine le passage d'une partie de l'électricité de l'un dans l'autre et les deux corps paraissent posséder des électricités de signe contraire.

Tel était l'état des connaissances en matière d'électricité vers la fin du 18e siècle, lorsque **Galvani** et **Volta** travaillaient l'un dans un laboratoire de physiologie l'autre dans un laboratoire de physique. Les expériences conjuguées de ces deux savants vont doter la science de découvertes d'où sortiront par un enchaînement logique toutes les autres découvertes faites par les chercheurs et les savants du 19e siècle.

***

Aloïsio **Galvani** est né à Bologne en 1737. Il ne quitta jamais sa ville natale et y mourut en 1798. Après avoir présenté une thèse sur la formation des os, il fut nommé docteur puis professeur d'anatomie à l'Université de Bologne. C'était un très savant anatomiste, mais il était peu au fait de l'électricité. Voilà ce qu'il ne faut pas perdre de vue si l'on veut saisir les raisons des explications qu'il crut pouvoir donner au sujet de ses fameuses **expériences sur la grenouille** qui devaient ouvrir la route dans l'immense champ où allait s'agiter son époque.

Ces expériences durèrent une dizaine d'années. Elles sont consignées au cours d'un ouvrage écrit en latin et paru en 1791 dans les Mémoires de l'Académie de Bologne, sous le titre : « **De viribus electricitatis in motu musculari** ».Nous ne pouvons que les exposer en raccourci et objectivement, en laissant de côté les récits fantaisistes dont parfois on les accompagne.

Un soir de l'année 1780, **Galvani**, poursuivant ses études sur l'irritabilité des animaux à sang froid. avait fait subir à une grenouille une préparation anatomique consistant: 1° à dépouiller de sa peau l'animal vivant; 2° à séparer d'un coup de ciseau les membres inférieurs de la partie supérieure du corps en conservant les deux nerfs de la cuisse (nerfs cruraux) lesquels servaient à maintenir les membres inférieurs, appendus par ce seul lien. Dans le même laboratoire et par une circonstance fortuite, un autre observateur était occupé à des expériences de physique à l'aide d'une machine électrique. Or il arriva qu'en touchant avec le scalpel les nerfs cruraux de la grenouille, tandis qu'on tirait une étincelle de la machine, les membres inférieurs de l'animal étaient pris de contractions violentes, comme par l'effet d'un mouvement tétanique. C'était un résultat de ce que l'on désigne depuis en physique sous le nom de **choc électrique en retour**. Galvani ne s'y trompa pas mais, préoccupé

Digitized by Google

depuis longtemps de la pensée que le fluide nerveux est de l'électricité libre circulant dans l'économie animale, il crut que la machine n'était, en quelque sorte, que le moteur qui déclenchait ce fluide. L'électricité ne lui apparaissant que comme un agent du phénomène auquel il attribuait une origine physiologique.

Il répéta donc l'expérience avec les sources d'électricité à sa disposition et en particulier l'électricité accumulée dans les nuages orageux. Il fut ainsi amené le 20 septembre 1786 à suspendre la grenouille à la balustrade de fer d'une terrasse de son habitation, après avoir passé un crochet de cuivre à travers la moelle épinière de l'animal. Il s'aperçut que le simple frottement du cuivre sur le fer amenait des convulsions dans les membres inférieurs, bien que le temps fût serein et que rien n'indiquât la présence d'électricité libre dans l'atmosphère. Il crut pouvoir en conclure que l'électricité extérieure n'était point nécessaire et que les contractions constatées étaient dues uniquement au fluide nerveux. Il formula cette hypothèse en posant en principe que le corps des animaux est une bouteille de Leyde organique; d'où l'explication suivante qui résume sa doctrine:

1° le muscle est une bouteille de Leyde;

2° le nerf joue le rôle d'un simple conducteur;

3° l'électricité positive circule de l'intérieur du muscle au nerf et du nerf au muscle à travers l'arc excitateur.

La publication du travail de Galvani fut un événement scientifique. Les physiologistes adoptèrent ses conclusions qui donnaient le moyen de résoudre le problème de la sensibilité vitale. Mais les adversaires ne tardèrent pas à se produire dans le camp des physiciens. **Volta** fut le plus âpre; ses expériences allaient « frapper à mort l'électricité animale » (Eloge de Volta par Arago).

***

Alessandro **Volta** naquit à Côme le 19 février 1745. Il fit ses études au Collège des Jésuites de cette ville. A l'âge de 18 ans il était déjà en rapport avec l'abbé **Nollet** sur des questions de physique. Ses Mémoires de 1769 et 1771 intitulés « **De vi attractiva ignis electriciti** » et « **De modo construendi novam machinam electricam** », lui valurent la chaire de physique à l'Ecole Royale de Côme en 1774. Il avait 29 ans. A partir de cette date, il se consacra exclusivement à l'étude de l'électricité. En 1779 il fut nommé professeur à l'Université de Pavie. Là, pendant de longues années, une multitude de jeunes gens de tous les pays se pressèrent aux leçons de l'illustre savant, qui s'attachait surtout à leur montrer le processus des principales découvertes, les subtiles corrélations qui, d'après Arago, échappent aux intelligences vulgaires. En 1782, accompagné de Scarpa, Volta visita les principales capitales de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la France, de la Hollande, se liant

Mausolée de Volta

avec les savants de son époque : **Lishtenberg, Priestley, Laplace, Lavoisier,** rapportant de ce voyage les impressions les plus fécondes.

Il avait déjà inventé l'électrophore et l'électromètre condensateur lorsqu'il soumit à son examen personnel les conclusions de Galvani sur l'électricité animale. L'électricité négative des muscles et l'électricité positive des nerfs lui apparurent comme des hypothèses sans base solide. Il soutint que le fluide électrique est le produit de l'attouchement des **deux métaux** entre lesquels le muscle se trouve compris. Une controverse ardente s'établit et les savants se partagèrent en deux camps: **les galvinistes et les voltaïstes.** Par l'électrolyse, Volta devait déjà porter un coup fatal à l'école bolonaise « **Je prends un verre « d'eau, écrit-il en octobre 1792, et « je plonge dans cette eau une lame « d'étain repliée pour qu'elle se « soutienne sur le bord d'un même « verre. Les choses ainsi disposées, « je trempe le bout de ma langue « dans cette eau, à l'écart de la la- « me d'étain et, appliquant plus en « arrière sur le plat de la langue, la « partie convexe d'une cuillère d'ar- « gent, j'incline sa queue jusqu'au « contact de la lame d'étain, repliée, « comme je viens de le dire, sur « le bord du verre; au même instant « ma langue sent la saveur acide « et continue de la sentir tant que « ce contact dure. Si on fait l'expé- « rience inversement, c'est-à-dire « avec la lame d'argent plongée « dans l'eau et celle d'étain appli- « quée au plat de la langue, le bout « de la langue trempé dans la même « eau sent, non pas la saveur acide « mais l'autre, âcre, brûlante, alca- « line. »**

D'autre part, voici une expérience qui montrait la production de l'électricité par le contact de deux métaux: On applique face à face deux disques de cuivre et de zinc fixés à des manches isolants. A l'aide de ces manches, on sépare brusquement, puis on les présente, l'un après l'autre au condensateur ordinaire armé d'un électromètre. On constate que les pailles de l'électromètre divergent à l'instant. On constate aussi que les deux métaux sont dans des états électriques contraires, que le zinc est positif et le cuivre négatif. En renouvelant plusieurs fois le contact des deux disques, leur séparation et l'attouchement de l'un d'eux avec le condensateur, Volta arriva, comme avec une machine ordinaire, à produire des étincelles.

Après ces expériences, tout était dit quant à la théorie des phénomènes galvaniques. La preuve irréfutable allait être apportée par l'invention de la **pile** dont nous trouvons la première description dans la lettre adressée le 20 mars 1800 à Sir Joseph **Banks,** Président de la Société royale de Londres et dont voici des extraits :

« Je me fournis de quelques dou- « zaines de petites plaques rondes « ou disques de cuivre, de laiton, ou « mieux d'argent d'un pouce de dia-

Digitized by Google

« mètre (par exemple des monnaies) « et d'un nombre égal de plaques « d'étain ou, ce qui est beaucoup « mieux, de zinc, de la même grandeur à peu près... je prépare en « outre, un assez grand nombre de « rouelles de carton, de peau ou de « quelque autre matière spongieuse « capable d'imbiber et de retenir « beaucoup d'eau ou de l'humeur « dont il faudra, pour le succès des « expériences qu'elles soient bien « trempées. Les tranches ou rouelles, que j'appellerai « disques « mouillés », je les fais un peu plus « petits que les disques ou plateaux métalliques, afin qu'interposés à ceux de la manière que « je dirai bientôt, ils ne débordent « pas.

« Ayant sous ma main toutes ces « pièces en bon état, c'est-à-dire les « disques métalliques bien propres « et secs, et les autres non métalliques bien imbibés d'eau simple, « ou, ce qui est beaucoup mieux « d'eau salée et essuyés ensuite légèrement pour que l'humeur n'en « dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les « arranger comme il convient et « cet arrangement est simple et facile.

« Je pose donc horizontalement « sur une table ou base quelconque, « un des plateaux métalliques, par « exemple un d'argent et sur ce « premier j'en adapte un de zinc ; « sur ce second je couche un des « disques mouillés, puis un autre « plateau d'argent, suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je « fais succéder encore un disque « mouillé. Je continue ainsi de la « même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et « toujours dans le même sens, c'est-« à-dire toujours l'argent dessous et « le zinc dessus ou vice versa, selon « que j'ai commencé, et interposant « à chacun de ces couples un disque « mouillé; je continue, dis-je, à « former de ces étages une colonne « aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler.

« Or si elle parvient à contenir « vingt de ces étages ou couples de « métaux elle sera déjà capable... « de charger le condensateur au « point de lui faire donner une étin-« celle... »

Ainsi se trouvait réalisée la première **pile** dont le nom s'explique par la disposition en hauteur des éléments constitutifs et devait s'appliquer par la suite à tous les appareils générateurs du courant électrique.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter les explications données par Volta des phénomènes qu'il constatait. Le physicien de Côme n'a peut-être pas prévu dans ces phénomènes l'influence du facteur chimique. Ce sont des chimistes, en particulier **Nicholson** et **Carlisle** qui purent démontrer cette influence en réalisant et commentant **l'électrolyse.**

Saluons néanmoins en Volta le génial inventeur qui a ouvert la voie à toutes les application modernes du courant électrique et auquel la postérité a rendu un légitime hommage en donnant son nom à l'unité pratique de force électromotrice. Et n'oublions pas que, malgré les évolutions de l'appareil primitif, d'abord constitué en hauteur, puis étalé, depuis la **pile à auges** (qui n'est plus à proprement parler une « pile ») jusqu'aux **piles sèches** (qui ne sont en vérité plus des « piles »), en passant par les piles à deux liquides et thermoélectriques, c'est toujours sous le nom générique de **pile** que l'on désigne et que l'on désignera les appareils producteurs directs du courant électrique. Il est permis de dire, dans ces conditions que peu d'inventions ont eu un rayonnement comparable à celle qui a vu le jour en 1800 sur les bords enchanteurs du lac de Côme.

***

Il fut d'ailleurs donné à Volta de connaître de son vivant la renommée de bon aloi que la postérité réserve parfois à des savants non moins recommandables. A cet égard, sa carrière scientifique porte le sceau de la justice immanente.

Son voyage à Paris en 1801, sur l'invitation du général **Bonaparte,** fut un triomphe. Il reçut un prix de deux mille écus, sur les fonds de l'Etat, pour ses frais de route et une fondation de 60.000 francs, ce qui était pour l'époque une somme importante.

Le professeur de Pavie était devenu pour **Napoléon** le type du génie. Membre de la Légion d'Honneur, décoré de la Couronne de fer, élevé à la dignité de Comte et à celle de Sénateur du royaume Lombard, il fut comblé d'honneurs de son vivant et désarma l'envie, car, l'ambition, la soif de l'or et l'esprit de rivalité ne dictèrent aucune de ses actions. L'amour de l'étude fut son unique passion. La ville de Côme demeura son séjour favori. Et, lorsqu'en 1804, au seuil de la soixantaine il songea à se démettre de toute fonction publique : **« Je ne saurais consentir, dit Napoléon, à la retraite de Volta. Si ses fonctions de professeur le fatiguent, il faut les réduire. Qu'il n'ait, si l'on veut, qu'une leçon à faire par an; mais l'Université de Pavie serait frappée au cœur le jour où je permettrais qu'un nom aussi illustre disparût de la liste de ses membres; d'ailleurs un bon général doit mourir au champ d'honneur ».**

Il quitta cependant définitivement en 1819 la charge dont il était revêtu à l'Université de Pavie et cessa toutes relations avec le monde scientifique. Le 5 mars 1827 il s'éteignit sans douleur dans sa quatre-vingt-troisième année. Ses obsèques furent célébrées avec une grande pompe six ans après celles de son illustre bienfaiteur décédé en captivité sur le rocher de Sainte-Hélène. **« Sic transit gloria mundi ».**

Digitized by Google

LES PHÉNOMÈNES DE PROPAGATION

Au sujet du Condensateur

par le Général CARTIER

La théorie du condensateur électrique est généralement mal comprise et la raison de cette incompréhension tient au défaut de précision de certaines définitions et aussi à des erreurs manifestes en ce qui concerne la nature de la plupart des grandeurs électriques.

Puisqu'on sait qu'un courant électrique est un courant d'électrons libres, il serait logique d'adopter des définitions analogues à celles en usage dans la théorie des fluides et telles que celles que nous avons proposées dans un article précédent.

Si s, d et u sont la section, la densité et la vitesse d'un courant électrique (ou électronique) :

a) l'*intensité* i est le débit par seconde

$$i = s \times d \times u \qquad (1)$$

b) la *pression longitudinale* du courant E *par unité de surface* est donnée par la formule

$$E = d.\, u^2 \int\left(\frac{u}{U}\right) \qquad (2)$$

U étant la vitesse moyenne d'agitation cinétique des électrons;

c) la *tension électrique* ou différence des pressions longitudinales *par unité de surface* entre deux sections où les vitesses du courant sont u_1 et u_2, est

$$\Delta E = d\,(u_1^2 - u_2^2) \int\left(\frac{u}{U}\right) \qquad (3)$$

d) la *quantité d'électricité* q est le débit dans un temps t,

$$q = s \times d \times u \times t \qquad (4)$$

e) l'énergie qui traverse, dans l'unité de temps, la section s du courant avec la vitesse u, c'est-à-dire la *puissance* du courant W, est donné par la formule

$$W = s \times d \times u^3 \int\left(u\right) \qquad (5)$$

La pression longitudinale et la tension d'un courant cylindrique de section s, sont respectivement :

$$E_s = s \times d \times u^2 \int\left(\frac{u}{U}\right) \qquad (6)$$

$$\Delta E_s = s \times d \times (u_1^2 - u_2^2) \int\left(\frac{u}{U}\right) \qquad (7)$$

Toutes ces formules sont bien homogènes, le facteur $\int\left(\frac{u}{U}\right)$ étant un facteur numérique que j'ai laissé sous cette forme parce qu'il n'existe pas de formule simple pour l'exprimer.

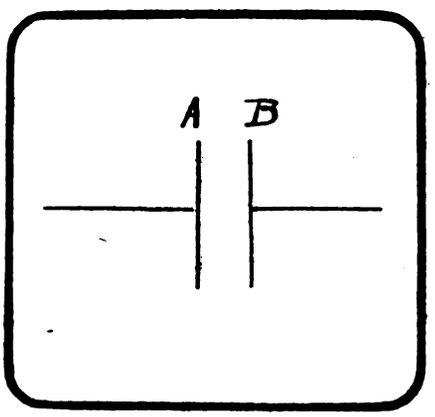


FIG. 1

Or, dans les ouvrages classiques, ce qu'on appelle *intensité I* est la *pression* que le champ, créé par le courant, exerce sur l'aiguille aimantée d'un ampèremètre. La valeur ainsi mesurée dépend absolument de la constitution de l'ampèremètre employé et notamment de la longueur de ses spires et de l'intensité moyenne du courant dans l'ampèremètre, c'est-à-dire de la moyenne des intensités du courant à ses extrémités. Cette intensité I, qu'il ne faut pas confondre avec l'intensité i définie plus haut, est, comme je l'ai établi précédemment, proportionnelle à la section, à la densité du courant et à la moyenne des carrés de l'intensité dans les spires de l'ampèremètre :

$$I = K \times s \times d\, \frac{u_1^2 + u_2^2}{2} \qquad (8)$$

Cette intensité I mesurée par nos ampèremètres, est donc une force et non un débit par seconde et c'est ce malentendu primordial qui est la cause des difficultés que l'on rencontre dans l'étude des phénomènes électriques.

Dans la pratique, les spires des ampèremètres sont grosses et courtes et les valeurs u_1 et u_2 de la vitesse du courant sont peu différentes de la vitesse moyenne u_m. On a donc

$$I = K \times s \times d \times u_m^2 \qquad (9)$$

C'est-à-dire que I est proportionnel à E_s (6), pression longitudinale du courant dans l'ampèremètre et non à i (1) débit du courant par seconde.

Si l'on remarque que les électrons en circulant dans le conducteur heurtent les molécules de celui-ci et que leur perte d'énergie est proportionnelle au nombre de chocs de chacune, c'est-à-dire à la longueur l du conducteur, et à la moyenne

$$\frac{u_1^2 + u_2^2}{2}$$

des carrés de la vitesse, on déduit des formules (3) et (9)

$$\Delta E = K \left(\frac{l}{S}\right) (I_1 + I_2) \qquad (10)$$

ou, en remplaçant $I_1 + I_2$ par leur moyenne I

$$\Delta E = K \left(\frac{l}{S}\right) I \qquad (11)$$

C'est la formule d'Ohm dans laquelle K dépend de la constitution du conducteur et aussi de son état physique, c'est-à-dire de la vitesse d'agitation de ses

Digitized by Google

molécules. K augmente en effet avec cette vitesse, c'est-à-dire avec la température du corps.

$$\text{On pose} \quad R = K \frac{l}{S} \qquad (12)$$

et l'on appelle R la *résistance* du conducteur: cette dénomination n'est pas logique car le mot résistance éveille une idée de force et ce n'est pas le cas.

La formule (1) devient

$$\Delta E = R \times I \qquad (11')$$

L'ordre de grandeur de R est $\frac{I}{E}$

Il faut retenir de ce qui précède, que dans la formule d'Ohm, l'intensité I est la moyenne des intensités ou plutôt des pressions longitudinales du courant sur toute la longueur du conducteur: on oublie le plus souvent de le mentionner.

Quant à la quantité d'électricité Q dont il est fait état dans les formules classiques, on la définit par la formule

$$Q = I \times t \qquad (13)$$

qui ne correspond à aucune grandeur objective.

Remarquons enfin que ce que l'on appelle *différence de potentiel* entre deux points d'un courant, est la différence ΔE des pressions longitudinales par unité de surface.

La *force électromotrice* d'une génératrice est la différence ΔE de pression longitudinale par unité de surface, aux pôles de la génératrice.

La *puissance d'une génératrice* W_0 n'est autre que l'énergie électronique qu'elle débite par seconde, c'est-à-dire

$$s \times d \times u_0^3 \int \left(\frac{u}{U}\right)$$

en appelant u_0 la vitesse du courant à l'origine: on constate que cette puissance est proportionnelle à la section s. Cette définition est précise et la formule correspondante

$$W_0 = s \times d \times u_0^3 \int \left(\frac{u}{U}\right)$$

est bien homogène, l'ordre de grandeur d'une puissance étant $\frac{ML^2}{T^3}$

Or, dans les ouvrages classiques, on définit cette puissance par « le produit de la forme électromotrice de la génératrice par l'intensité du courant ». Nous avons vu que la force électromotrice dont il s'agit ici était exprimée par l'expression

$$\Delta E = d \times (u_0^2 - u'^2) \int \left(\frac{u}{U}\right)$$

u_0 et u' étant les vitesses du courant au pôle — et au pôle + de la génératrice.

L'intensité visée dans la définition ci-dessus, est sans doute l'intensité moyenne que l'on peut exprimer par la formule

$$I = s \times d \times \frac{u_0^2 + u'^2}{2} \int \left(\frac{u}{U}\right)$$

Le produit $\Delta E \times I$ n'est nullement une puissance, son ordre de grandeur étant

$$\frac{M}{LT^2} \times \frac{ML}{T^2} \text{ ou } \frac{M^2}{T^4}$$

De même, on dit (c'est la loi de Joule) que « la puissance consommée par un conducteur de résistance R dans lequel circule un courant d'intensité I, est égale à $R I^2$ ». Si u_1 et u_2 sont les vitesses du courant à l'entrée et à la sortie de la résistance **R, l'énergie** consommée est en réalité $s \times d \times (u_1^3 - u_2^3) \int \left(\frac{u}{U}\right)$

D'après la définition ci-dessus, cette énergie serait exprimée par la formule

$$R + \left[s + d \frac{u_1^2 + u_2^2}{2} \int \left(\frac{u}{U}\right)\right]^2$$

qui ne correspond évidemment pas à une puissance.

En somme, la loi de Joule est sûrement inexacte, et la loi d'Ohm, qui est pourtant une loi expérimentale, ne l'est que dans les conditions que j'ai indiquées plus haut.

Mais nous allons voir d'autres conséquences fâcheuses des définitions classiques de l'intensité I et de la quantité d'électricité Q.

Si l'on place un condensateur AB sur le circuit d'une génératrice à courant continu de force électromotrice ΔE la tension entre les deux armatures en V ou ΔE en négligeant les pertes de tension dans les conducteurs qui relient respectivement A et B aux pôles de la génératrice.

Comme il n'y a pas de courant, ou plutôt comme le courant est interrompu au bout d'un temps très court, comment expliquer cette tension entre les armatures A et B ?

En réalité, il n'y a pas de courant d'électrons entre A et B. Si A est relié au pôle — de la génératrice, les électrons qui arrivent sur A y sont arrêtés par l'élasticité du fluide qui s'agite dans l'intervalle AB. Mais ces électrons s'ajoutant aux électrons libres de A, augmentent la pression électronique dans les intervalles moléculaires de A; il y a dilatation de ces intervalles et en même temps expulsion d'éther et cette sortie d'éther produit un *champ d'éther* dans l'intervalle AB.

Ce champ est un véritable *courant d'éther* dirigé dans le sens AB, dont la section est S, surface des armatures A et B, dont la densité est δ et dont les vitesses à la sortie de A et à l'arrivée sur B sont u_1 et u_2.

On peut appliquer à ce courant d'éther les formules que nous avons données plus haut et qui s'appliquent à un fluide quelconque, et en particulier la formule d'Ohm

$$\Delta E = R I \qquad (11')$$

dans laquelle

$$\Delta E = \delta (u_1^2 - u_2^2) \int \left(\frac{u}{U}\right) \qquad (14)$$

$$I = S \delta \frac{(u_1^2 + u_2^2}{2} \int \left(\frac{u}{U}\right) \qquad (15)$$

$$R = K \frac{e}{S} \qquad (16)$$

e étant la longueur de l'ntervalle AB.

L'ordre de grandeur de K est $\frac{I}{L}$

et ce coefficient dépend de la nature et de l'état physique du diélectrique qui remplit l'intervalle AB.

N'est-on pas frappé de la relation évidente qui existe entre la valeur de R (16) et celle de la *capacité* du condensateur

$$C = K' \frac{S}{e} \qquad (17)$$

On a l'habitude de dire que le condensateur s'est chargé d'une *quantité d'électricité* Q et l'on appelle capacité du condensateur le rapport $\frac{Q}{V}$ ou, comme nous l'avons remarqué plus haut, $\frac{Q}{\Delta E}$

On a

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\Delta E} = K' \frac{S}{e} \qquad (18)$$

Le coefficient K', comme le coefficient R de la formule (16), ne dépend que de la nature et de l'état physique du diélectrique AB.

La comparaison des formules (11') et (16) d'une part, (17) et (18) d'autre part donne

$$\frac{Q}{I} = K \times K'$$

Digitized by Google

ce qui suggère immédiatement l'égalité

$$Q = I \qquad (19)$$

Or, toujours dans les ouvrages classiques, on définit la quantité Q du condensateur par la formule

$$Q = I \times t \qquad (20)$$

qui est incompatible avec la formule (19)

Je crois que c'est l'égalité (19) qui est vraie: les électrons lancés du pôle — de la génératrice sur l'armature A se répandent dans cette armature dont la surface en S et exercent sur le diélectrique A B une pression longitudinale qui est égale à I et qui correspond précisément à ce que l'on appelle improprement une quantité d'électricité Q.

Cette pression I est égale à chaque instant à $s \times d \times u^2 \int \left(\frac{u}{U}\right)$

en appelant s, d et u la section, la densité absolue et la vitesse du courant projeté sur A.

Elle comprime de Δe le diélectrique A B dont le coefficient d'élasticité est E de la section S: la réaction élastique de ce diélectrique est $E \times S \times \frac{\Delta e}{e}$

On a donc

$$S \times d \times u^2 \int \left(\frac{u}{U}\right) = E \times S \frac{\Delta e}{e} \qquad (21)$$

Le diélectrique A B, comme je l'ai remarqué dans un article précédent, est une véritable membrane élastique dont la période vibratoire est égale à

$$2\pi \sqrt{M_1 \frac{e}{E}}$$

en supposant cette membrane chargée uniformément, par unité de surface, d'une masse M_1

Si l'on interrompt brusquement et périodiquement le courant de la génératrice, il y aura chaque fois, sur la surface S de cette membrane, projection d'une certaine masse d'électrons libres $L = S \times M_1$

Sous ces chocs, la membrane vibrera et sa période sera

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{Le}{SE}} \qquad (22)$$

Pour que les vibrations de la membrane concordent avec les jets d'électrons, il faut que la période de ces jets soit égale à τ.

Ainsi, si la génératrice est une bobine de Ruhmkorff, la période de l'interrupteur devra avoir la valeur ci-dessus.

Si c'est un alternateur, sa période devra avoir la valeur τ de la formule (22).

On appelle généralement L, la self induction du circuit oscillant: c'est une erreur manifeste puisque L est la masse électronique de ce circuit.

Dans le cas d'un alternateur, la vitesse du courant projeté alternativement sur les deux armatures du condensateur peut être représentée par la formule

$$u = u_0 \sin 2\pi \frac{t}{\tau} \qquad (23)$$

C'est la vitesse de la masse L d'électrons dont la pression sur le diélectrique A B est, à chaque instant, $L \frac{du}{dt}$

La réaction du diélectrique, dont la compression est $\int u dt$, est égale à

$$SE \frac{\int u dt}{e}$$

On a donc

$$L \frac{du}{dt} = \frac{SE}{e} \int u dt \qquad (24)$$

et, à cause de (23)

$$L \frac{2\pi}{\tau} u_0 \cos 2\pi \frac{t}{\tau} = \frac{SE}{e} \times \frac{\tau}{2\pi} u_0 \cos 2\pi \frac{t}{\tau}$$

d'où $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{Le}{SE}}$

qui est la formule donnée plus haut (22)

Cette formule n'a rien de commun avec la formule classique $\tau = 2\pi \sqrt{LC}$.

Il me semble que les idées que je viens d'exposer n'ont rien de subversif. Elles ne font état que d'éléments réels ou de phénomènes que le bon sens relie immédiatement à des phénomènes connus. Evidemment nous ne voyons pas les électrons ni le fluide AB, pas plus que l'éther qui circule entre les électrons et entre les molécules du fluide AB. Mais l'existence de ces éléments n'est pas discutable; ils ont des dimensions, des masses, des vitesses qui s'expriment en fonction des grandeurs fondamentales L, M, T. Les phénomènes auxquels ils donnent lieu doivent s'exprimer par des formules *homogènes* ne contenant que ces grandeurs fondamentales: c'est le cas de celles que l'on rencontre dans cet article.

En est-il de même de la formule classique $\tau = 2\pi \sqrt{LC}$ relative au condensateur et dans laquelle L est une force et C le rapport d'une quantité d'électricité à une différence de potentiel qui est une force par unité de surface? Je ne le crois pas. Sans doute, elle donne pratiquement des résultats utiles, comme la formule de Joule dont j'ai montré l'inexactitude. Mais cela ne suffit pas pour lui donner une valeur théorique absolue. J'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir là-dessus.

Digitized by Google

Ce qu'il faut savoir sur le Cinéma sonore

par R. TABARD

Il y a juste un an que le cinéma Aubert-Palace produisait son premier Film sonore Américain...

A l'enthousiasme du public correspondait le désespoir des entrepreneurs de spectacle; les frais d'aménagement des salles, pour l'emploi des nouveaux films étant de l'ordre de trois cent mille francs!

Mais la concurrence Allemande et Française libéra bientôt le marché et, six mois plus tard, le film sonore était à la portée d'un tiers de nos établissements de spectacle.

Aujourd'hui, les mêmes frais oscillent entre soixante-dix et quatre-vingts mille francs.

C'est là un gros progrès et tel que l'on annonce déjà, pour la saison prochaine, vingt à vingt-cinq films parlants tournés en France et qui, s'ajoutant à la production américaine, permettront d'équiper plus de quarante pour cent de nos salles.

Devant cette industrie naissante et déjà brillante, le Q. S. T. se devait de donner à ses lecteurs un article technique pour les mettre au courant des nouvelles méthodes de cinématographie...

L'ETENDUE et la complexité du sujet nous oblige à établir une première classification, laquelle facilitera d'autant la lecture de notre travail.

M. GAUMONT

Nous examinerons donc dans l'ordre:

1° L'historique du *Cinéma sonore* et aussi celui du *film sonore*.

En effet, il n'est pas sans intérêt de noter que ce dernier est antérieur au cinéma lui-même ;

2° Le *film sonore* ou film accompagné ;

3° Le film parlant actuel ;

4° Le film intégral, en couleurs, parlant et chantant.

Nous terminerons ce premier article par les conclusions qui se dégagent naturellement d'un tel examen.

Ceci nous permettra de revenir par la suite, avec plus de détail, sur tel ou tel système qui nous paraîtra intéressant.

I. — HISTORIQUE. — Si l'on veut tracer l'histoire du film sonore en France, comptée à partir de sa diffusion dans nos salles de spectacle, il faut nous reporter à février 1929, époque où pour la première fois, un film parlant fut présenté au public.

Cette présentation fut faite au Cinéma Aubert-Palace, avec le film: LE CHANTEUR DE JAZZ.

Ce film, interprété par l'artiste anglais Al. JOLSON, bien que parlé et chanté en anglais, obtint un étonnant succès.

Ainsi considéré, le film sonore nous vient tout droit des U. S. A.... Mais il y a des antériorités françaises extrêmement intéressantes que nous avons le devoir de citer.

La première conséquence de ce fait est que nous nous trouvons dans l'obli-

M. AUBERT

Digitized by Google

gation d'écrire notre historique à rebours.

Mais, à la réflexion, cela ne nuira pas à notre exposé et le lecteur aura toute quiétude pour refaire le même chemin en sens inverse.

Remontons donc dans le temps, vers 1928, et nous assistons à la mise au point, plus industrielle et commerciale que technique du film sonore.

Que l'on ne nous fasse pas dire que nous contestons la part technique du nouveau film mais il ne faut pas perdre de vue non plus que son idée — et son principe — ne sont pas d'hier.

Quoi qu'il en soit, les noms des firmes telles que PARAMOUNT, FIRST NATIONAL, COLUMBIA, VITAPHONE, MÉTRO GOLDWYN, etc..., sont attachées à son essor.

L'opération d'ailleurs, ne fut pas mauvaise puisque les statistiques nous montrent que les chiffres d'affaires de ces maisons s'accrurent de 60 % environ.

Le succès remporté auprès du public fut très important et l'on évalue entre 50 et 150 % l'augmentation de recettes faites dans les établissements présentant les nouveaux films.

Il faut voir dans ce mouvement le recrutement d'une nouvelle clientèle et aussi le désistement de celle des films muets.

A l'heure actuelle, ces derniers sont *sonorisés*, c'est-à-dire synchronisés avec une reproduction phonographique.

Cette disposition est d'ailleurs celle du *film sonore* appellation adoptée pour la distinguer de celle où l'on utilise un *film parlant*, ce dernier caractérisé par un double enregistrement phonique et cinématographique.

L'enregistrement phonique est généralement fait latéralement, d'où le nom d'*inscription marginale* donné au procédé.

Ces essais récents mis a part, il faut nous reporter en 1913 pour voir se dessiner l'invention du film sonore.

Et c'est dans les mains d'un Français: Eugène BOYER que nous voyons les premiers appareils et aussi l'application de procédés qui n'ont guère changé depuis.

C'est ainsi que ce physicien fut, à notre connaissance, le premier à utiliser l'enregistrement marginal cité plus haut.

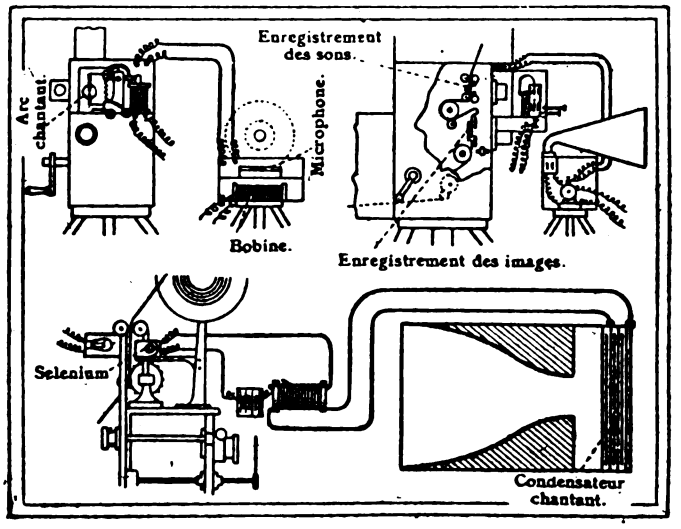


FIG. 1

Et cet enregistrement reste bien un document important dans les archives de la *photographie des sons.*

Boyer utilisait un *arc chantant* réalisé soit par une excitation série ou une excitation parallèle.

En voici pour mémoire la description d'ailleurs classique.

On alimente un arc électrique à l'aide de courant continu. A ce courant, se superpose un courant musical provenant d'un microphone.

Ce courant peut être appliqué par induction au moyen d'un transformateur ou même d'un auto-transformateur.

Le même courant peut aussi être appliqué en parallèle sur l'arc, mais il est alors indispensable d'ajouter une capacité en série avec le secondaire du transformateur.

Nous ne nous étendrons pas autrement sur ce sujet précisant seulement le résultat obtenu:

1° Existence d'un circuit à courant continu alimentant l'arc.

2° Existence d'un circuit à courant musical, ces deux circuits ayant une partie commune contenant l'arc.

Du fait du passage du courant téléphonique à travers l'arc, il résulte une variation d'intensité, donc d'éclat, de la flamme de ce dernier, variation qui peut être mise en évidence au moyen d'une cellule photo-électrique.

Dans la *photographie des sons*, telle que la pratiquait Boyer et telle qu'on la pratique encore aujourd'hui, on se contente de *moduler* la flamme de l'arc au moyen d'un des dispositifs indiqués plus haut et de photographier ses variations d'éclat sur un film prévu pour cet enregistrement.

La cellule photo-électrique au sélénium est encore employée mais cette fois, pour la lecture du film.

On réalise à cet effet un ensemble constitué par une source de lumière, le film et une cellule au sélénium qui commande un circuit téléphonique.

Une source de lumière agit à travers une lentille et le film sur une cellule qui commande le circuit téléphonique.

Il n'est pas difficile de voir, tenant compte de la propriété de la cellule que le courant dans le circuit varie comme l'enregistrement du film.

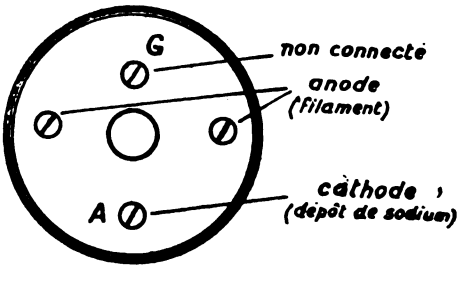
Nous ne dirons que peu de mots de la cellule au sélénium, mentionnant seulement la propriété du sélénium métallique et qui est d'avoir une conductance plus ou moins grande suivant la quantité de lumière qu'on lui applique.

Ainsi, en soumettant une plaque de sélénium à l'action de radiations lumineuses modulées il en résultera des variations de la résistance électrique de la plaque de sélénium.

Si cette plaque est insérée en série dans un circuit électrique il en résultera des variations de courant qui suivront, évidemment, les variations de résistance du sélénium.

En pratique, la cellule de sélénium telle qu'on l'utilisait pour la photographie des sons et aussi pour la téléphotographie devait satisfaire deux conditions principales:

a) Avoir les plus grandes dimensions possibles afin d'offrir le plus de surface possible à l'action de la lumière;



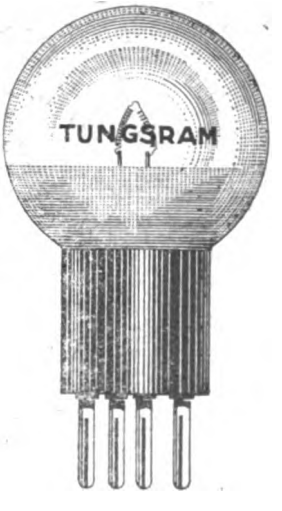
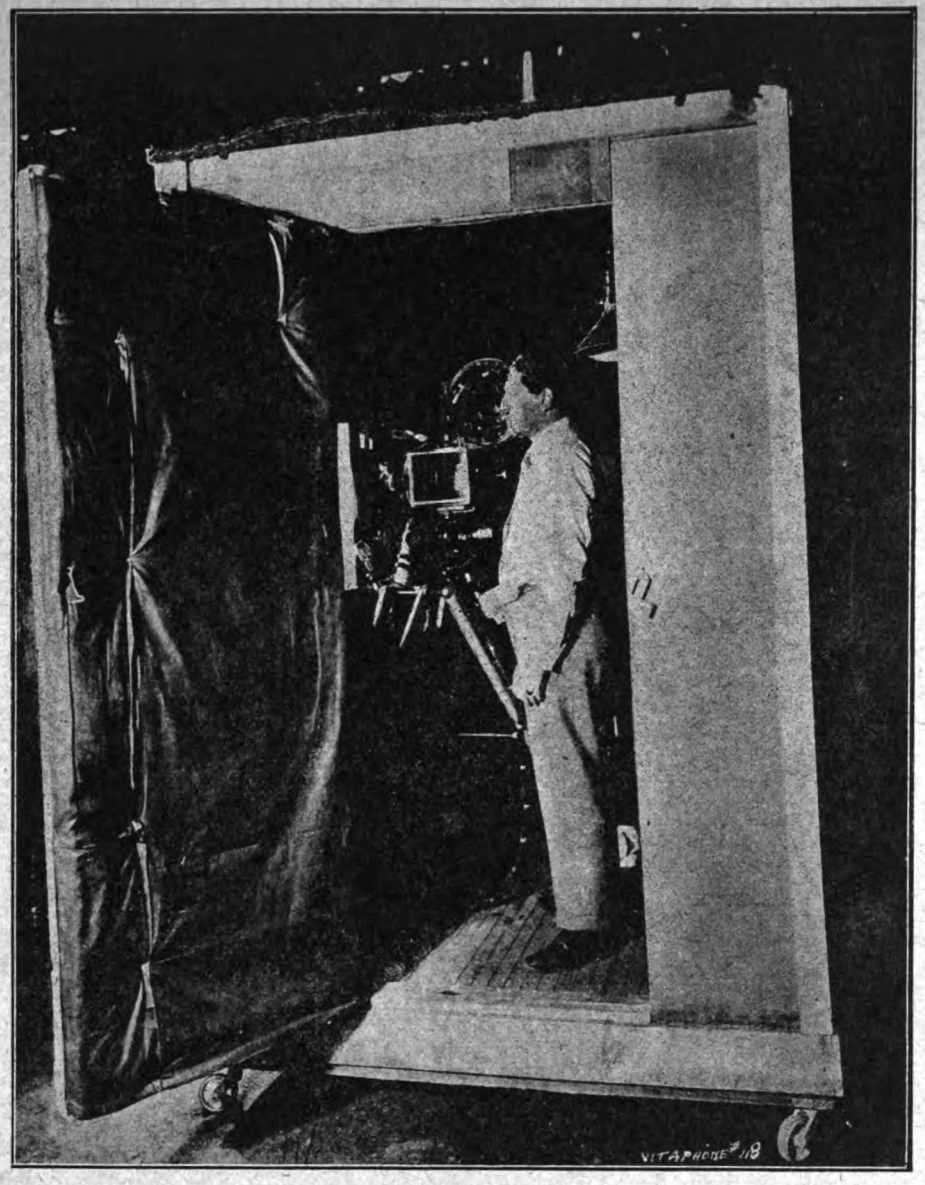
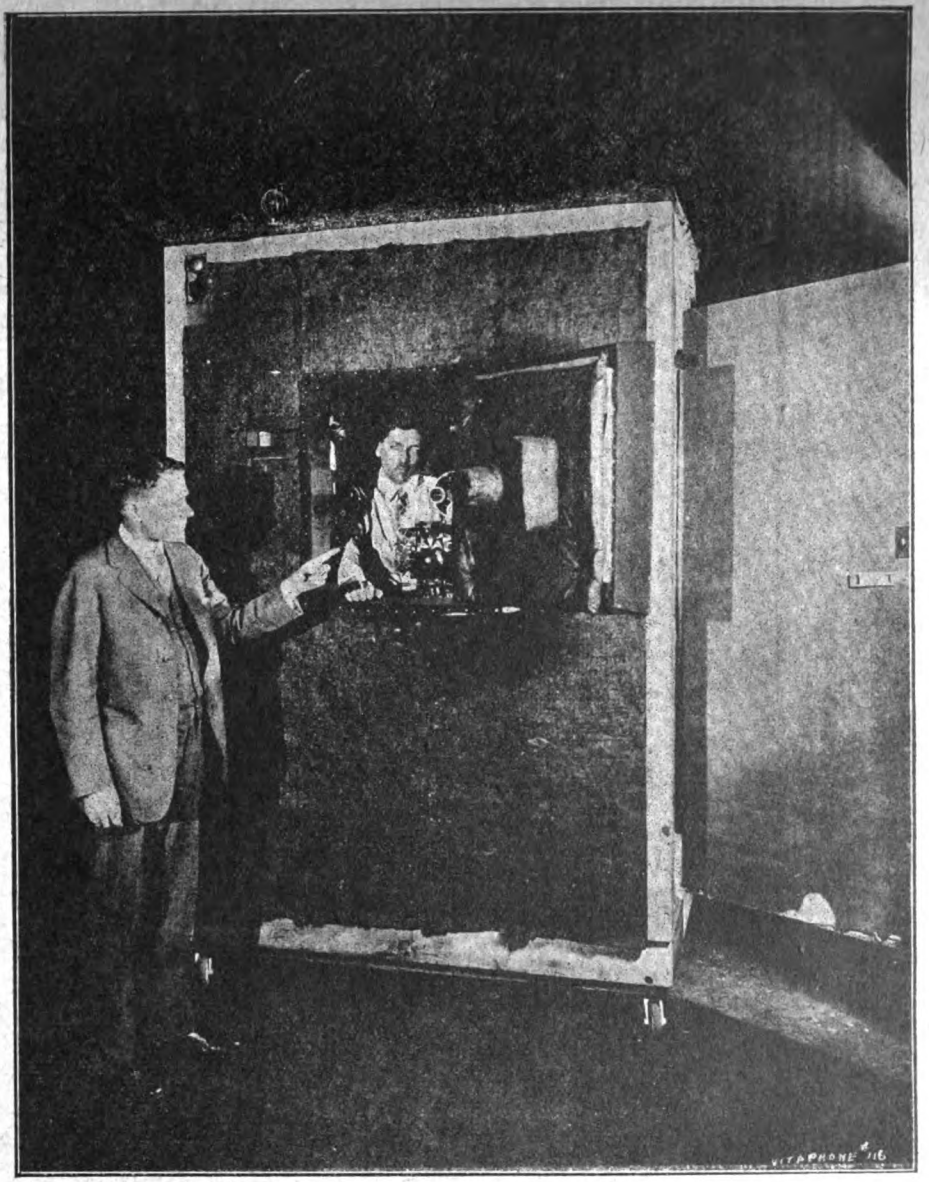


FIG. 2

Digitized by Google



Intérieur de la chambre de prise de vues dans un studio Vitaphone. La porte ouverte laisse voir la machine de projection. Des précautions spéciales sont prises pour assurer le bon fonctionnement des appareils.



La Camera qui est utilisée avec l'appareil Vitaphone pour la « photographie » des sons. — De nombreux essais de mise au point ont été faits préalablement par les expérimentateurs des laboratoires Bell-Téléphone.

Digitized by Google

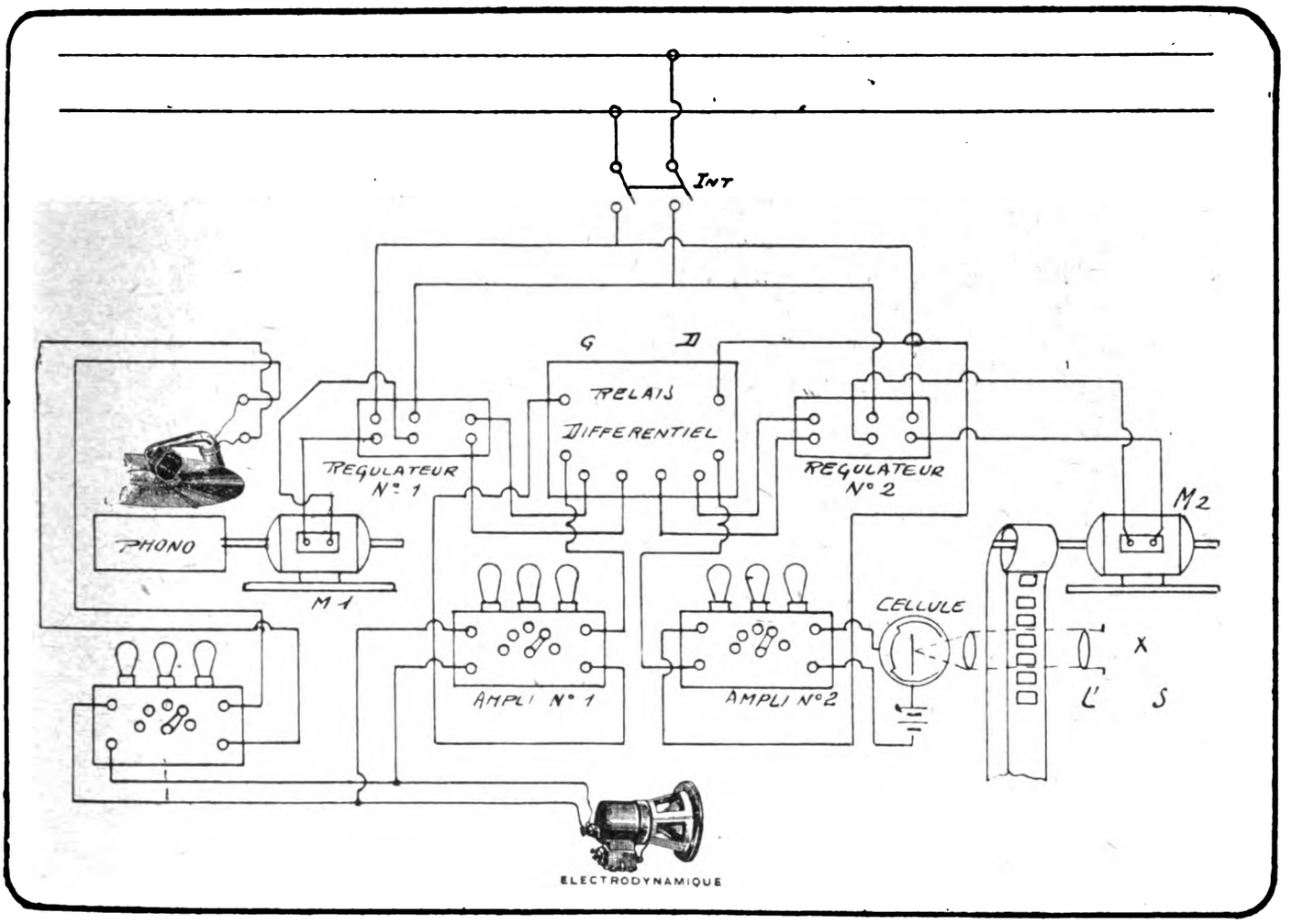


Fig. 3.

b) De donner à la plaque de sélénium la plus petite épaisseur possible.

Dans la réalité, la cellule de sélénium était constituée par une plaque comme il a été dit plus haut, laquelle était enserrée entre deux électrodes.

Voici la façon dont on procède pour cette fabrication.

Les deux électrodes sont deux longs rubans de cuivre isolés par une bande de papier, le tout bobiné à la façon des condensateurs pavés actuels.

Ces deux électrodes (figure 4) sont mises en relation avec deux bornes qui forment l'entrée et la sortie.

Cette première opération faite il suffit alors de bien « planer » un des côtés (ou tranche) de la cellule, puis de la porter à une certaine température.

Celle-ci obtenue il suffit de passer sur la partie planée un bâton de sélénium vitreux lequel entre alors en fusion et imprègne le papier.

Disons avant de montrer un ensemble de photographie des sons qu'il est possible de remplacer l'arc par différentes sources lumineuses. C'est là l'origine des fameuses *flammes chantantes.*

Un exemple curieux est donné par la FLAMME MANOMETRIQUE DE KŒNIG.

C'est essentiellement, un pavillon devant lequel on parle, un tube acoustique, une boîte manométrique proprement dite, une membrane déformable et une chambre à gaz.

L'éclat de la flamme varie évidemment avec la pression du gaz, laquelle varie elle-même suivant les pressions exercées par la membrane déformable.

Autrement dit, quand on parle devant le pavillon, une pression s'exerce sur la membrane dans un certain sens.

Le gaz contenu dans la chambre est comprimé et la flamme varie proportionnellement.

On a même fait des appareils de ce genre transportables, le fonctionnement étant assuré non plus par du gaz de ville mais par un générateur d'acétylène.

Nous ne voulons pas insister davantage sur ces dispositifs qui restent des sortes de curiosités mais dont les principes se retrouvent appliqués intégralement dans nos appareils actuels.

Avant de voir comment la transition s'est faite, nous indiquons figure 1 le montage original de Boyer.

On voit, à gauche, l'ensemble émetteur formé par un *microphone,* une *bobine de couplage* et un *arc chantant de Duddel.*

On remarque à gauche l'enregistreur d'images ou appareil à photographier les sons.

En dessous, enfin, on remarque l'appareil reproducteur.

Noter que le haut-parleur était déjà un modèle électro-statique celui connu sous le nom plus pittoresque de *condensateur chantant.*

Nous avons dit plus haut que les principes posés pour ces réalisations un peu primitives n'avaient pas, pour ainsi dire, subi de modifications.

Un court examen suffira pour nous en convaincre.

Nos appareils actuels sont caractérisés, en effet, par la substitution à l'arc par trop instable de tubes luminescents alimentés à haute tension et que l'on fait traverser par les courants téléphoniques.

Citons, à ce sujet, le dispositif breveté en 1921 par Lee de Forest.

Un tube luminescent (de Geissler) est excité par une source HT. Un circuit micro-téléphonique induit des courants musicaux dans le circuit du tube, ce qui provoque des variations de son éclat.

N'ayant pas la manie des antériorités françaises, nous ne pouvons néanmoins citer l'existence chez nous de procédés

Digitized by Google

similaires qui mettent en balance le brevet américain.

D'autres possibilités, que nous ne citerons que pour mémoire, existent encore, ce sont par exemple, le tube à vapeur de mercure et même le *cristal chantant.*

L'âme du système est une zincite qui se comporte exactement comme un arc, laquelle est soumise à l'action d'un cornet acoustique.

Le cristal chantant est alimenté par une batterie, dont la tension est réglée par le potentiomètre.

Un bobine de choc est intercalée dans le circuit d'alimentation pour éviter les retours de courant modulé sur la batterie B.

En déviation sur le cristal se trouve le circuit de sortie alimentant le téléphone, lequel est constitué soit par une self à fer et une capacité ou mieux par un transformateur.

Le système est reversible, c'est-à-dire que si l'on parle devant le pavillon de l appareil fonctionnant, on doit entendre les paroles prononcées dans l'écouteur.

Inversement, en remplaçant ce dernier par un microphone et une pile on crée dans le circuit du cristal un courant téléphonique qui sera décelé par un écouteur branché à ses bornes.

Ces phénomènes sont dus à l'effet de Seidl lequel vise encore d'autres applications curieuses.

Un condensateur peut aussi être chargé et fonctionner comme microphone, c'est-à-dire être l'inverse du condensateur chantant, ce, en vertu du principe de reversibilité.

En outre, la cellule au sélénium n'est plus guère utilisée, le « Ciné » sonore et parlant ayant bénéficié indirectement des progrès réalisés en Téléphoto et en Télévision, c'est-à-dire trouvant à sa disposition la cellule au potassium dont l'inertie est à peu près nulle.

Celle-ci est réalisée au moyen d'un tube vidé d'air (figure 2), lequel reçoit intérieurement un amalgame de potassium et qui sert de cathode.

L'intérieur du tube peut être aussi à une faible pression gazeuse, ce qui donne lieu à la manifestation de très intéressants phénomènes.

Quoi qu'il en soit, on dispose en regard de la cathode en potassium une électrode positive de réception.

Cette électrode ou anode est en platine et affecte une forme annulaire.

La modulation lumineuse est appliquée à travers des ouvertures pratiquées sur l'anode et vient, finalement, frapper le dépôt cathodique de potassium.

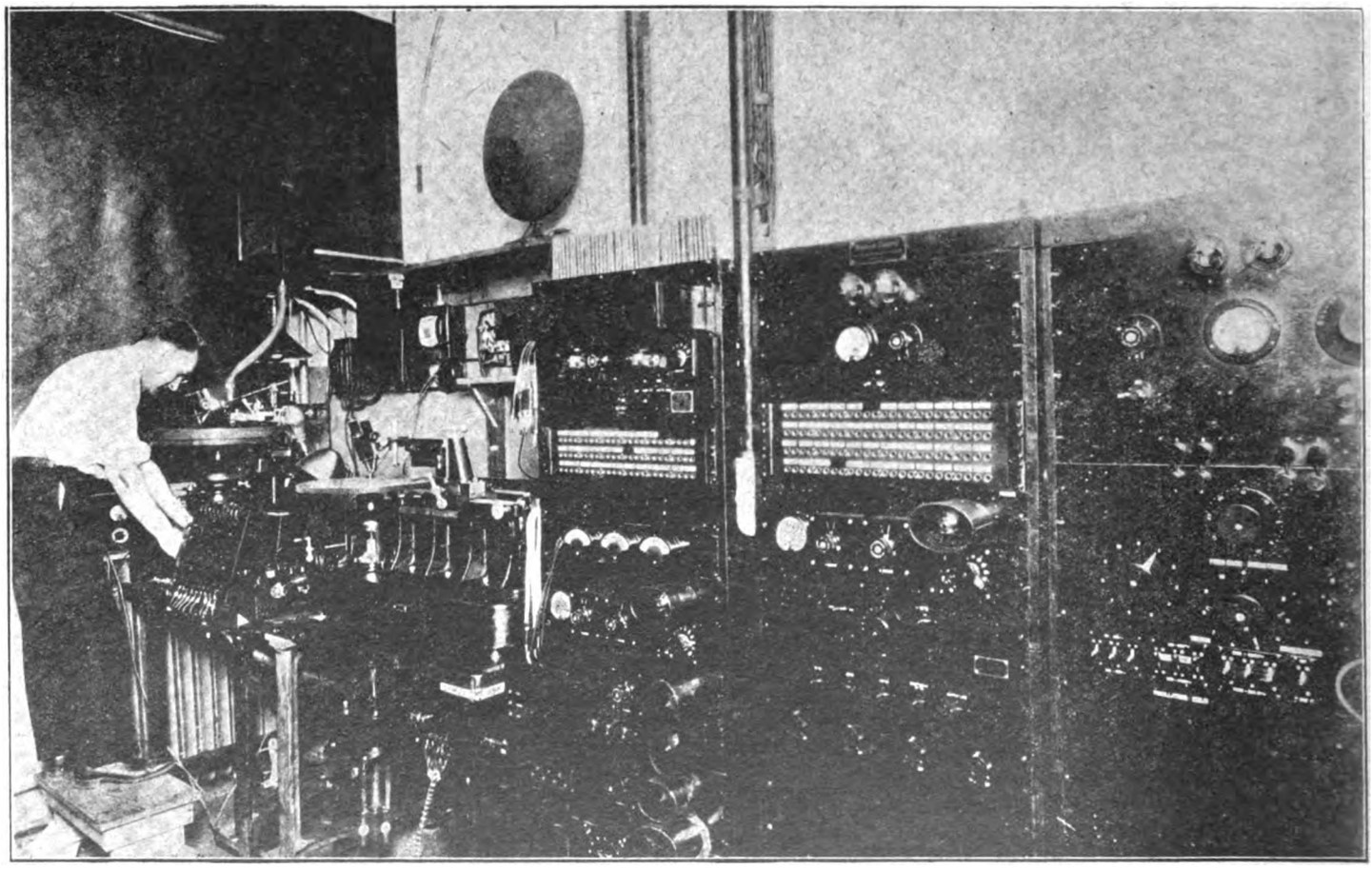
On constate alors, si l'on a pris soin d'établir préalablement une certaine différence de potentiel entre anode et cathode, qu'il circule à l'intérieur de la cellule et dans le circuit extérieur un certain courant électrique.

Ce courant va de la cathode à l'anode par suite de l'émission, par cette dernière électrode d'élections qui sont attirés par l'électrode de réception portée à un potentiel positif.

Comme nous avons été assez loin dans notre historique, quant à l'ancienneté des principes, nous croyons devoir pour compenser indiquer les plus récents dispositifs uilisés.

Nous commencerons ici en citant les cellules photoélectriques actuelles dans lesquelles la cathode est portée à l'incandescence à la façon de nos lampes triodes.

Celle-ci supporte généralement du thorium, ce afin de faire travailler la photocathode à une température réduite et aussi pour éviter le phénomène dit de fatigue qui correspond à la *surdité* de nos lampes de T. S. F.



Le Vitaphone a donné la possibilité d'une synchronisation absolue du son et de l'action à l'aide d'un appareil électrique. Cet appareil se trouvant dans une chambre à côté, est merveilleux par sa finesse et son exactitude et assure une reproduction de premier ordre. L'expert électricien examine la surface de l'appareil à l'aide d'un microscope, pour assurer la précision du travail de l'enregistrement.

Digitized by Google

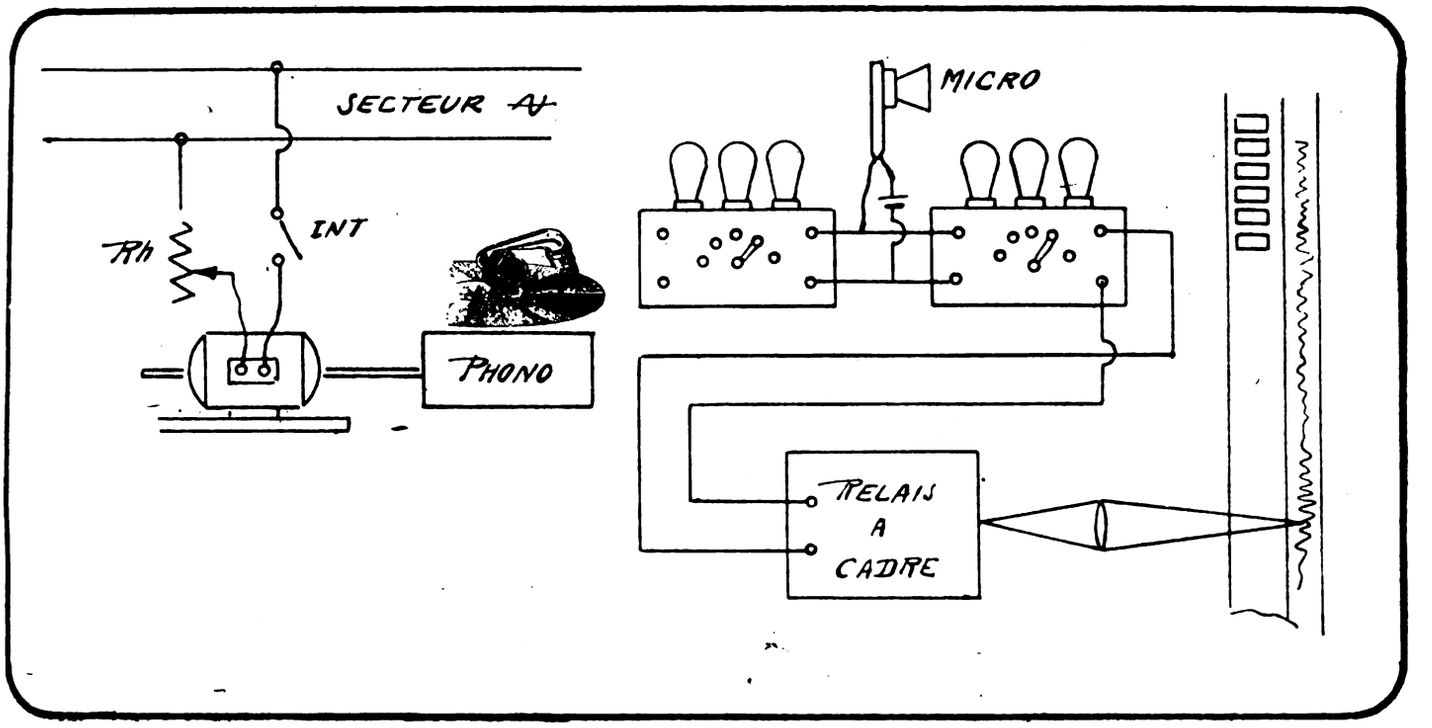


FIG. 4

Disons que l'on construit maintenant des cellules extra-sensibles, genre de Rother, à plusieurs électrodes, anodes et cathodes, celles-ci prises dans des substances radioactives.

Boyer, nous l'avons dit, a réalisé un des premiers la synchronisation telle quelle est utilisée actuellement.

Il réalisa même l'inscription marginale... et cela date de 1913 !

Malheureusement, la guerre vint et il fallut attendre 1929 pour voir réapparaître le film sonore retour d'Amérique.

Ici s'arrête l'historique pratique du film sonore et parlant lequel est antérieur au cinéma lui-même

Nous l'avons d'ailleurs dit plus haut et trois dates le prouvent. Ce sont celles de:

1895. Edison conjugue phonographe et lanterne magique.

1900. Gaumont présente un cinéma sonore synchronisé.

1913. Boyer réalise le prototype du ciné sonore avec film enregistré marginalement.

Nous ne parlerons pas présentement des travaux actuels, réservant ce sujet pour notre conclusion, c'est-à-dire après l'étude sommaire: *a*) du film sonore, *b*) du film parlant et *c*) du film intégral.

II. — LE FILM SONORE. — Le film sonore ou plutôt, le cinéma sonore, est réalisé par la « lecture » simultanée d'un film et d'un disque phonographique.

Le système comporte d'ailleurs une variante qui rapproche le *film sonore* du *film parlant*, et c'est quand l'enregistrement acoustique est fait non sur disque mais sur un film séparé.

Le procédé dit *à deux films*, se rapproche à son tour du phono, pour la partie acoustique, quand le film sonore proprement dit est enregistré non par photographie des sons, mais gravé par un diaphragme de la même façon qu'un disque.

De toute manière, quel que soit le procédé utilisé, le gros problème du film sonore est celui de la synchronisation.

GAUMONT réalisa en 1900 un dispositif Type dans lequel le « phono » à cylindre était synchronisé avec l'appareil cinématographique au moyen d'une transmission déformable.

Un peu plus tard, en 1902, Gaumont présenta un nouvel appareil à entraînement électrique alimenté par du *courant continu découpé*.

Actuellement on a encore recours à un entraînement électrique réalisant une auto-synchronisation.

Voici d'ailleurs la description de l'appareil couramment utilisé.

La seule particularité est que l'on utilise généralement des disques spéciaux.

Le *Vitaphone* américain par exemple utilise des disques à aiguille de 430 m/m de diamètre.

Leur lecture se fait en partant du centre à la circonférence, c'est-à-dire inversement à la façon habituelle.

Comme on tient compte du travail intensif qui doit être fourni par le disque, on utilise un enregistrement fait à basse vitesse, ce qui permet d'obtenir une audition de dix minutes environ par disque.

Emploi d'un amplificateur. — Un travail fréquent des disques implique une

FIG. 5

usure prématurée ce qui milite en faveur de l'amplification électrique intermédiaire.

Le diaphragme est alors remplacé par un *pick-up* ou *lecteur phonographique*, lequel est un véritable alternateur en miniature et qui donne, comme tel, un courant musical qui est la reproduction de l'enregistrement.

Ce courant musical est appliqué à un amplificateur à lampes lequel alimente à son tour des électro-dynamiques disposés autour de l'écran.

Digitized by Google

On peut aussi utiliser, comme nous venons de le dire, des films séparés, qui se trouvent alors substitués aux disques et qui sont soumis aux mêmes règles de synchronisation.

Cette synchronisation est assez délicate car le film lumineux avance par à-coups, à une fréquence réglée sur la vitesse de rotation de la croix de Malte laquelle dépend à son tour de la vitesse d'enregistrement du film reproduit.

Le film acoustique doit, au contraire, avancer à une vitesse constante.

Les constructeurs ont, bien entendu, des systèmes qui leur sont propres et l'on peut dire qu'ils rivalisent d'ingéniosité.

Pour illustrer notre texte par des exemples, nous citerons ici le *procédé dit de la boucle* utilisé chez MOVIETONE et de dispositif de synchronisation HEINRICH NEISS.

A. *Procédé de la boucle.*

Movietone utilise le procédé dit des deux films, c'est-à-dire le déroulement simultané du film normal et du film sonore.

On procède de même pour l'inscription, l'entraînement des différents organes étant effectué à l'aide de moteurs synchromes alimentés par une même source de courant.

Le film qui doit porter l'enregistrement des sons se déroule à une vitesse de 27 mètres par minute derrière une fenêtre formée par le rapprochement de deux pièces polaires N et S solidaire d'un système d'aimants.

L'amplificateur qui reçoit le courant modulé du microphone le débite à nouveau, après amplification, dans le circuit primaire d'un transformateur.

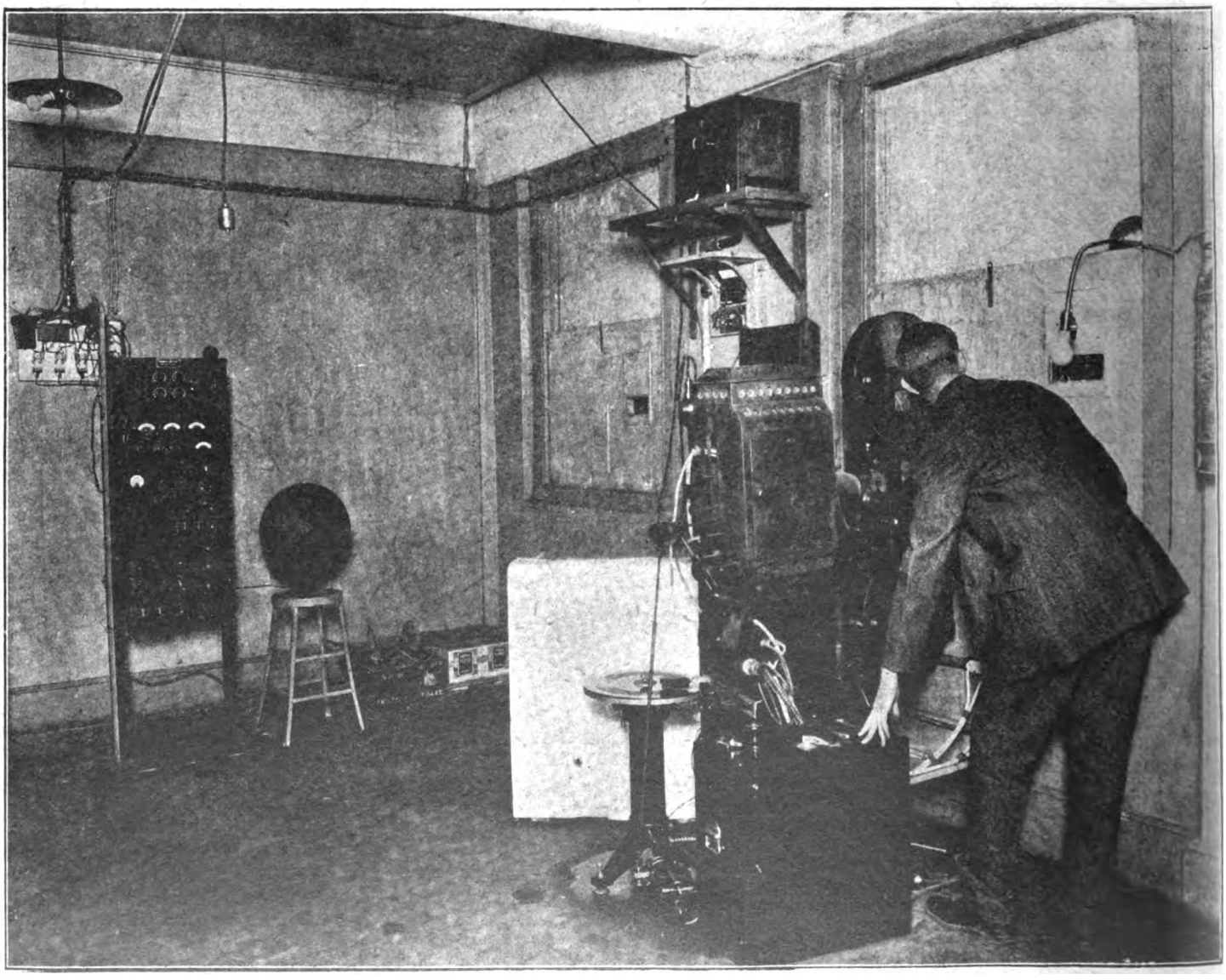
Le secondaire du même transformateur aboutit, à travers des vis de réglage et à l'entrée et à la sortie d'un fil de duralumin.

Ce fil est tendu par le bas au moyen d'une poulie retenue par un ressort fixé lui-même au bâti de l'appareil.

Le fil est tout le long de son parcours guidé entre les pièces polaires et retenu par des galets, lesquels sont réglés de façon à donner aux longueurs de fil parallèle un écartement de 0,05 m/m.

La poulie est conductrice, elle est en outre portée à un certain potentiel lequel trouve un chemin d'écoulement à travers un circuit qui se ferme sur le point milieu du secondaire du transformateur.

On s'arrange alors, l'appareil étant au repos, pour que les effets magnétiques dus au passage du courant de la pile compensent exactement les actions



Cette photographie donne un aspect complet de la cabine de l'opérateur dans un studio de vues animées sonores. Une synchronisation absolue du film et du son est devenue possible grâce au Vitaphone.

Digitized by Google

purement magnétiques des pièces polaires.

On a, toujours au repos, une source lumineuse dont le rayonnement est canalisé par la fenêtre formée par les pièces polaires et qui va frapper, finalement, une cellule photo-électrique.

L'appareil étant toujours au repos on règle la boucle de manière que les fils occupent simplement une position d'équilibre.

A ce moment, si l'on parle devant le micro, c'est-à-dire si le secondaire du transformateur est parcouru par un courant musical, on comprend que la boucle de fil est parcourue par du courant ce qui rompt son équilibre magnétique et l'oblige à osciller de part et d'autre de sa position d'équilibre.

Le rayonnement lumineux est donc modifié à son passage à travers l'entrefer par les déplacements relatifs du fil parcouru par le courant musical.

B. *Procédé Neiss.*

Nous avons réservé ce procédé pour la fin car il peut être considéré, convenablement exposé comme le tableau synoptique du film sonore moderne.

La figure montre le côté enregistrement.

L'alimentation totale est faite par courant de secteur.

L'entraînement des organes tournants est obtenu au moyen d'un moteur dont la vitesse est contrôlée par le rhéostat Rh.

Pour comprendre le fonctionnement il faut examiner les phénomènes dans l'ordre où ils se produisent.

La prise de vue normale est éliminée de notre description de sorte que l'objectif représenté est un objectif récepteur, c'est-à-dire prévu pour transmettre le rayon lumineux modulé et par son moyen enregistrer phoniquement soit la marge d'un film soit un film auxiliaire dit d'accompagnement.

Les phases de l'enregistrement sont les suivantes:

Le microphone, qui occupe le centre de notre dessin, est impressionné par les paroles prononcées devant lui. Il en résulte une modulation du courant de la pile P d'où production d'un courant modulé qui attaque simultanément les deux amplificateurs N° 1 et N° 2.

Le premier actionne un diaphragme enregistreur qui « inscrit » sur le disque *d* l'émission sonore faite devant le microphone.

Ce disque *d* est porté par une table tournante de phono, celle-ci entraînée par le moteur de gauche.

Ce dernier a, comme nous l'avons indiqué, sa vitesse contrôlée par le rhéostat Rh.

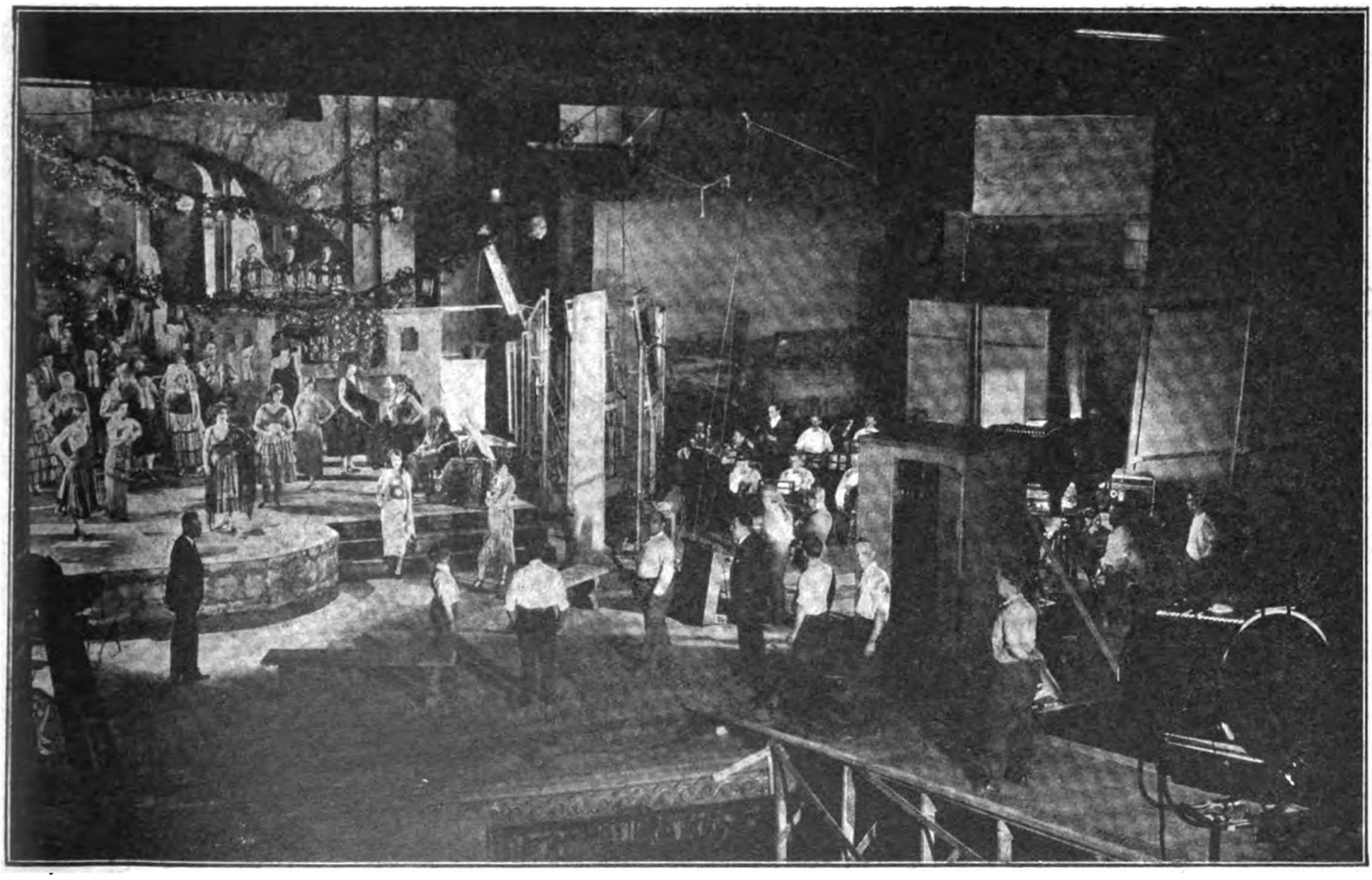
Quant à l'amplificateur N° 2, son courant amplifié attaque un relais qui module à son tour une source lumineuse.

Cette modulation peut être obtenue avec un miroir oscillant porté par le cadre du relais, ce qui donne une inscription de la forme indiquée par le dessin.

Ainsi le moteur entraînant à la fois la table tournante du phono et l'appareil de prises de vue (donc le film) on obtient deux enregistrements: un sur pellicule et l'autre sur disque parfaitement synchronisés.

Ici, le lecteur nous demandera à quoi peuvent servir ces deux enregistrements puisqu'en principe l'un d'eux suffit. soit celui du film d'accompagnement ou l'enregistrement marginal, soit enfin l'enregistrement sur disque...

La chose semble évidente et il apparaîtrait même comme possible de supprimer une des parties de l'installation



Un complet arrangement du vitaphone est représenté sur cette photographie, pendant l'exécution d'un numéro musical.
Au premier plan et du côté droit du tableau sont les projecteurs incandescents puissants qui ont remplacé les célèbres lumières Kleiq. Ces projecteurs fournissent la lumière sans les vacillements de l'ancien système Kleiq.
Du côté droit est la cabine de reproduction sonore.

Digitized by Google

à droite ou à gauche de la ligne pointillée verticale.

En fait, les choses ne se passent pas aussi simplement et les deux inscriptions se légitiment par leur emploi à leur contrôle mutuel.

Ce contrôle, que nous allons examiner, réalise un synchronisme total qui ne peut être modifié sans arrêt de l'appareil.

Le procédé prend tout son intérêt quand il s'agit d'un véritable film sonore, c'est-à-dire d'un film double, à inscriptions phoniques et photographiques indépendantes...

L'audition, enfin, est obtenue par amplification soit de l'inscription phonographique soit de l'inscription effectuée sur le film.

Ceci admis, nous passons à l'examen de la lecture et de la synchronisation.

LECTURE & SYNCHRONISATION

C'est ici que se justifie la complication apparente de la figure 3.

Pour cela, il faut nous reporter à la figure 4 qui montre tous les détails du système. Précisons d'abord le but à obtenir et *qui est une symétrie parfaite entre les images projetées et la reproduction des sons enregistrés.*

Nous reportant donc à la figure 4, nous aurons une mise en route qui se fera dans l'ordre qui suit :

On verra par la suite que la mise en route et le fonctionnement restent présidés par le *principe de symétrie.*

L'ensemble de la figure 4 étant réalisé, il faudra procéder à un premier réglage entre le film et le disque *d,* réglage ayant pour objet la mise au zéro de l'un et de l'autre.

Ensuite, on met en route les deux moteurs *M1* et *M2.*

Le film se déroule alors, grâce au mouvement du moteur M2, l'inscription marginale passant entre deux lentilles *l* et *l'* traversées par les rayons lumineux provenant de la source lumineuse S.

Il en résulte une modulation des rayons ou plutôt du faisceau qui groupe ces rayons, lequel agit alors sur la cellule photoélectrique marquée cellule.

Le courant de la pile P se trouve alors modulé à travers la même cellule et appliqué à l'amplificateur N° 2.

Il est évident que si l'on branchait un haut-parleur à la sortie de cet « ampli » que l'on obtiendrait l'audition des sons photographiés avec le film.

C'est même là une méthode utilisée dans les installations simples mais dans notre cas, il ne faut pas oublier que l'audition est obtenue à l'aide d'un disque (*d*) « lu » par un pick-up.

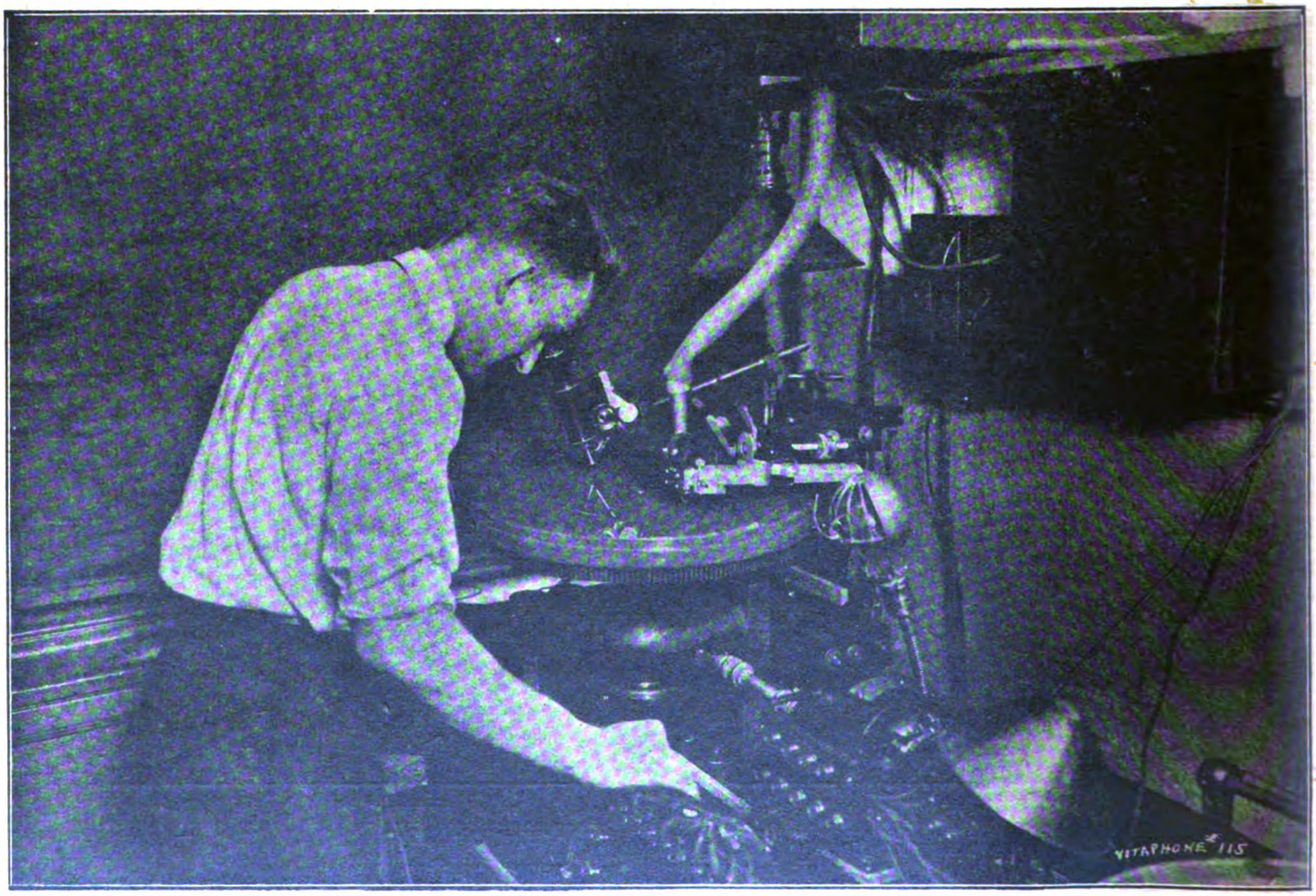
Le courant musical, amplifié est alors pris à la sortie de l'amplificateur N° 2 et appliqué à un *relais différentiel* dont nous verrons plus loin la fonction.

D'ailleurs, quelle que soit cette fonction il est clair que cela n'empêche d'aucune façon la mise en marche du phono, puisque celui-ci est commandé par le moteur M1 mis en marche en même temps que M2.

L'ensemble : phono, pick-up, (*p. u.*) amplificateur (ampli N° 3) et haut-parleur H. P. fonctionne donc normalement.

Mais le pick-up qui attaque l'ampli N° 3 excite aussi l'ampli N° 1 dont la sortie est reliée aussi au relais différentiel.

On sait qu'un relais de ce genre est caractérisé par deux enroulements faits en sens inverse et disposés de telle façon que son armature reste au repos quand les dits enroulements sont tra-



Le « grain » des disques est examiné au microscope pour s'assurer d'une égale qualité d'enregistrement et par suite, de lecture

Digitized by Google

versés par des courants de sens inverse mais de même valeur comme intensité.

Dans notre cas, nous avons deux courants qui sont appliqués aux bornes extrêmes du relais, ces courants étant modulés de la même façon et rendus égaux par un réglage convenable des amplificateurs N°s 1 et 2.

Quant à leur application en sens inverse, il suffit, évidemment, pour l'obtenir, d'intervertir les connexions de sortie de l'un des amplificateurs (1 ou 2).

Ce qui se passe alors apparaît très clairement.

a) Tout le temps que la projection du film reste synchronisée avec l'amplification phonographique de droite, et inversement, le relais différentiel reste au repos.

b) Le disque se trouve en avance sur le film ou inversement. Il faut noter ici que le relais différentiel est à double palette, laquelle reste au repos aussi longtemps que le synchronisme est conservé.

Dans le cas contraire on a deux cas à considérer : le film est en avance sur le disque, le courant de l'ampli N° 2 est alors décalé et la palette de droite (D) est actionnée.

Il en résulte la fermeture d'un circuit qui traverse le relais et agit sur le régulateur N° 2.

On voit encore que ce régulateur est interposé sur la ligne qui amène le courant de secteur au moteur M2.

Le fonctionnement du régulateur a pour effet d'insérer une résistance en série dans cette ligne d'où diminution de la vitesse de rotation du moteur M2 et par suite du film.

L'action du relais cesse, par suite de son principe même, quand le synchronisme est rétabli. Dans le cas contraire, c'est le disque qui se trouve en avance sur le film, ce qui cause encore un décalage de courant dans le relais différentiel.

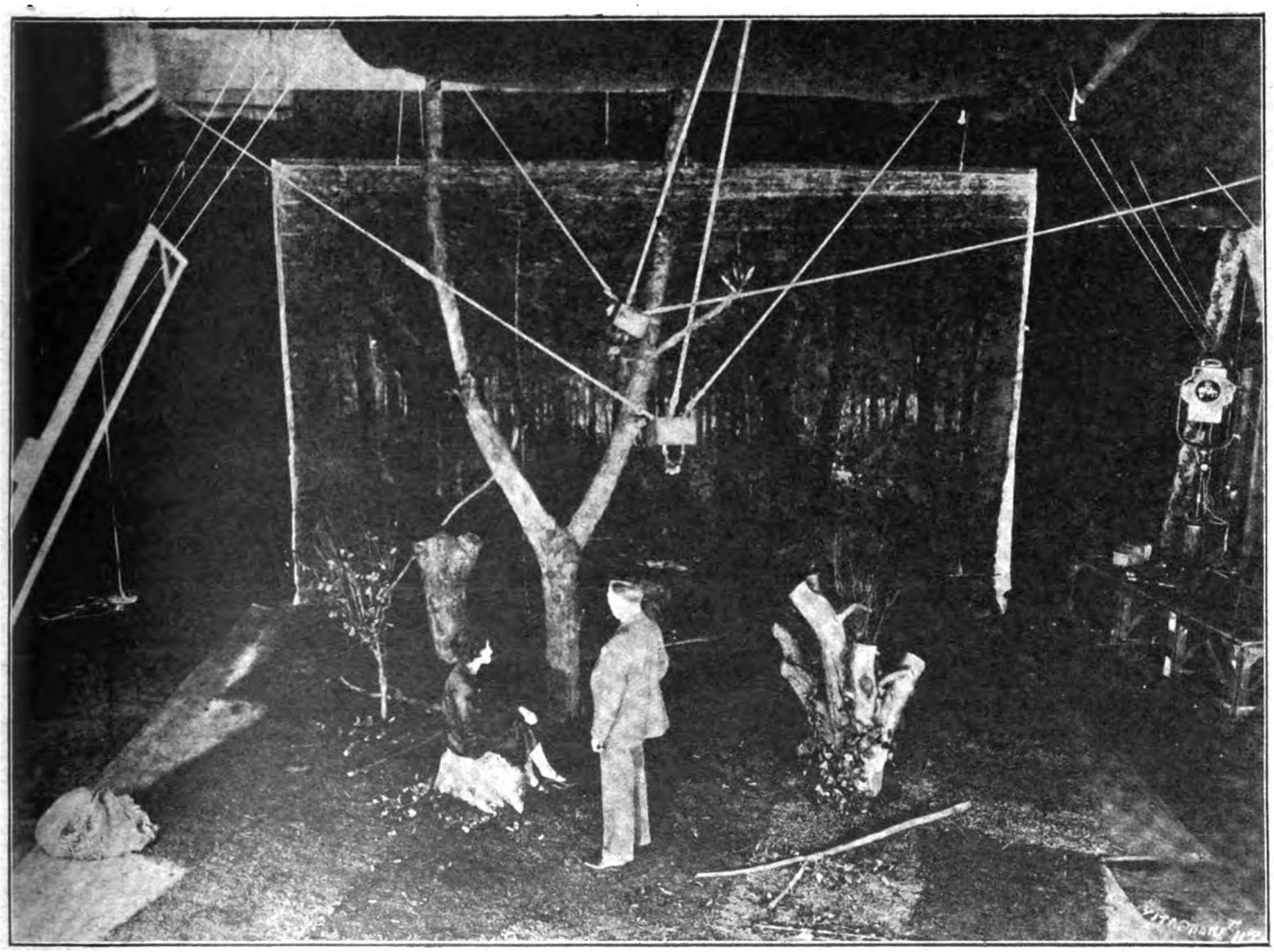
Il en résulte alors l'entrée en fonctionnement du régulateur N° 1 qui, également interposé sur la ligne, lequel introduit une résistance dans le circuit du moteur M1. La vitesse de ce dernier se trouve donc réduite en même temps que celle du disque *d* et la lecture phonographique se retrouve en phase.

Pratiquement, toutes ces opérations s'effectuent d'une façon instantanée, de sorte que la synchronisation est et reste continue en dépit des perturbations extérieures.

La chose est importante car ces perturbations ont de multiples causes : à coups du secteur, défaut de synchronisme entre l'enregistrement du disque et celui du film, défectuosité de l'un de ces enregistrements, défaillance dans le synchronisme des moteurs M1 et M2, différences entre les vitesses de rotation du disque et celle de passage du film, etc...

LE FILM PARLANT

Le *film parlant* se distingue du *film sonore* par ce fait qu'il réunit *toujours*



La station de Vitaphone est construite de manière que les éclairages puissants venant de côté retombent d'en haut sur l'artiste. Les microphones suspendus en haut conduisent les sons à l'appareil enregistreur. La scène représente l'action par le procédé de reproduction Vitaphone.

Digitized by Google

sur la même pellicule l'enregistrement phonique et l'enregistrement lumineux (images). Il existe trois principaux procédés d'enregistrement, ce sont :

a) l'enregistrement à densité variable ;

b) l'enregistrement à densité constante et à amplitude variable ;

c) l'enregistrement par sillon sinueux.

La figure 5 montre un enregistrement à densité variable. Celui-ci est obtenu en modulant le rayonnement d'une lampe qui peut être du genre à vapeur de mercure utilisée en actinologie. Ces lampes ont une faible inertie propre, de sorte qu'elles obéissent bien aux variations du courant microphonique. Elles sont en outre productrices de rayons ultra-violets, (de même que l'arc électrique), lesquels on le sait impressionnent fortement les plaques photographiques.

Son effet est, son nom l'indique, d'impressionner plus ou moins profondément (d'où l'appellation de densité variable) la couche sensible du film. Toutefois, cette impression reste assez superficielle car les variations lumineuses sont toujours petites par rapport au flux lumineux lui-même.

Cependant, des perfectionnements importants ont été apportés au système, par *Tobis,* qui utilise, à l'inscription, une lampe au néon et de nombreux dispositifs d'auto-synchronisation.

Dans *l'enregistrement à amplitude variable,* on fait passer la marge du film devant une fenêtre en regard de laquelle peut se mouvoir le miroir d'un galvanomètre. Ce miroir est frappé par un rayon lumineux et disposé de telle manière que celui-ci soit réfléchi de façon à éclairer au repos la moitié de la fenêtre.

Quand on parle devant le microphone le courant qui résulte fait dévier le micro qui dévie.

Les déviations sont d'autant plus grandes que la fréquence de modulation est plus basse et inversement.

On a, somme toute, une sorte *d'oscillographe* BF, lequel dont *l'oscillogramme* n'est autre que le film parlant.

La comparaison est d'ailleurs caractéristique et l'on obtient, quand on produit devant le micro, un *son continu,* une inscription en forme de dents de scie.

L'avantage de cette inscription est de permettre une impression plus énergique que celle en profondeur du procédé dit à densité variable. Pour être complets, ajoutons que ce mode d'inscription est adopté par *Gaumont-Poulsen.* Enfin, dans le *procédé à sillon sinueux,* ou Procédé *Johnson-Faucon,* on a une aiguille chauffée, solidaire d'un diaphragme commandé par microphone.

Cette aiguille frotte sur la cellulose du film, ramollie provisoirement par un solvant et y inscrit un sillon à la manière d'une aiguille enregistreuse de phonographe. Il n'y a, pour tous ces procédés qui ont, comme on le voit, un principe commun qu'une précaution générale et qui consiste à prendre des pellicules *à grain fin.*

C'est, en effet, de ce dernier que dépend le *bruit de fond.* Ce dernier peut donc, au point de vue technologie générale, être assimilé au *bruit d'aiguille* des disques, lequel est dû aussi au grain ou non-homogénéité de la matière du disque.

VERS LE FILM INTÉGRAL

Le film intégral, qui n'existe pas encore mais qui sera l'œuvre de demain, prévoit la combinaison du film en couleurs et du film parlant, le tout stéréoscopé, de façon à donner une illusion très poussée de la réalité...

CONCLUSION

Nous ne sommes pas placés pour juger de l'avenir du film parlant au *point de vue artistique* mais nous pouvons dire, au *point de vue technique,* qu'il semble appelé à un très vif succès.

Il n'est pas douteux non plus que la réalisation du film intégral vienne à point pour renouveler, si l'on peut dire, tout l'art cinématographique.

R. Tabaref.

Chef de poste de T. S. F.

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

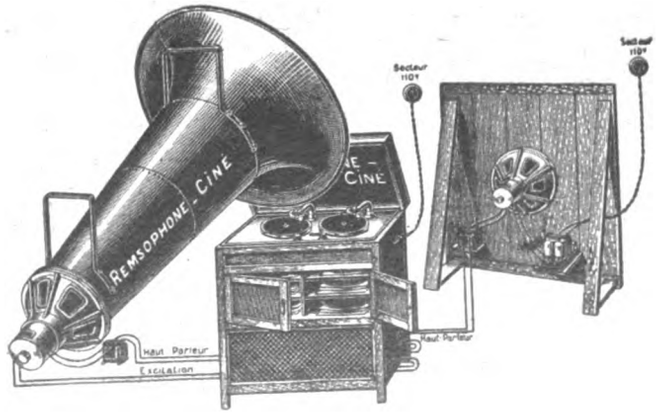
Type Grande Puissance pour Cinés - Fêtes Foraines - Dancing

Agence Générale France et Colonies :

Raymond FERRY

59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (X^e^) Téléphone : Nord 60-56



Installation sonore avec dynamique GÉANT HÉGRA à partir de 8.200 frs.

L'installation parlante et sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opérama, 30, Boulevard Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

Digitized by Google

PHONO & PICK-UP

par W. LIPOUG.

LA *phonographie électrique* est entrée dans nos mœurs et il n'est plus d'appareil de T. S. F. de bonne marque qui ne possède pas une prise de pick-up.

Très bien, dira notre lecteur, mais qu'est-ce donc qu'un phonographe électrique ?

Nous répondrons simplement que c'est l'assemblage de ces deux appareils, qui ont pour nom: *phonographe* et *amplificateur électrique.*

Ils sont trop connus pour que nous les décrivons ici, mais il n'en est pas de même pour l'organe de liaison qui est le *pick-up.*

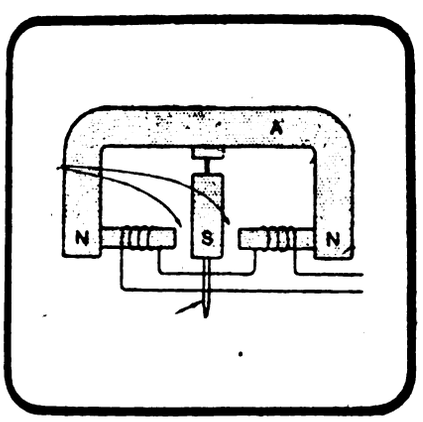


FIG. 1

La fonction du pick-up est définie par son nom : *pick* = prendre et *up* (prononcez op) = dessus.

Le *pick-up* prend, en effet, sur (ou dessus) le disque, des vibrations mécaniques qu'il transforme en vibrations électriques.

Ce sont ces vibrations que l'on applique à un amplificateur, lequel restitue dans un haut-parleur l'enregistrement « pris » sur le disque.

On peut se faire facilement une idée de la chose en considérant la façon de procéder utilisée anciennement chez les Allemands.

Un phonographe est prévu d'une part, et un amplificateur BF d'autre part...

Ces appareils mis en présence, il suffit d'enlever le diaphragme normal du phono et de le remplacer par le pick-up.

Nous verrons plus loin que la méthode est défectueuse et qu'il vaut mieux prendre un bras spécial prévu à cet effet.

Disons, avant d'aller plus loin, que l'on a essayé de lancer en France le mot très explicite de LECTEUR PHONOGRAPHIQUE...

Nous l'utiliserions avec plaisir si nous n'avions crainte de ne pas être compris de tout le monde.

Car l'usage, qui dicte ses lois à l'Académie elle-même, a fait un sort au mot *pick-up,* de même qu'il a consacré celui de *speacker* au lieu et place du « causeur » ou « parleur » français.

...Consolons-nous en pensant que *Radiophonie* l'a emporté sur le vocable sonore de Broadcasting...

Mais nous nous écartons de notre sujet, nous nous empressons donc d'y revenir.

Revenons à notre « phono » et amplificateur et voyons ce qui se passe:

Le *pick-up* que nous avons mis à la place du diaphragme n'en diffère guère quant aux apparences: un boîtier et une aiguille portant dans le sillon du disque.

Quand le « phono » est mis en « marche », cette aiguille reçoit des déviations ou impulsions mécaniques...

Sans analyser ce qui se passe « dedans », nous pouvons voir d'abord, en plaçant un appareil de mesure aux bornes du pick-up, que celui-ci transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Il est facile de voir que si l'aiguille est « excitée » par une certaine note qu'il en résulte un courant ondulatoire qui correspond à cette note.

Et si ce courant est appliqué à « l'ampli » le haut-parleur qui le complète reproduira très fortement la même note.

On voit par la même occasion que le travail du disque peut être considérablement réduit, ce qui en augmente la durée ou « vie ».

La fonction de l'amplification phonographique se trouve, de ce fait, entièrement définie: *Obtenir en « partant » d'un disque une audition aussi forte (ou faible) que l'on désire, le tout en économisant le disque.*

La question qui se pose maintenant est de savoir comment le pick-up transforme des vibrations mécaniques en vibrations électriques...

Rien de plus simple, mais nous procéderons par étapes, donnant d'abord une définition générale puis une autre définition, particulière cette fois, et à ce titre plus proche de la réalité.

Nous dirons d'abord que le *pick-up* est un *alternateur miniature* et nous préciserons même un *alternateur à fréquence musicale.*

Toute la différence réside dans le fait que le *rotor tournant* est remplacé, si l'on peut dire, par un *rotor oscillant.*

La comparaison dépasse le cadre de l'analogie et le lecteur qui voudra en faire une étude plus poussée pourra s'aider de la théorie générale de *l'alternateur à fer tournant.*

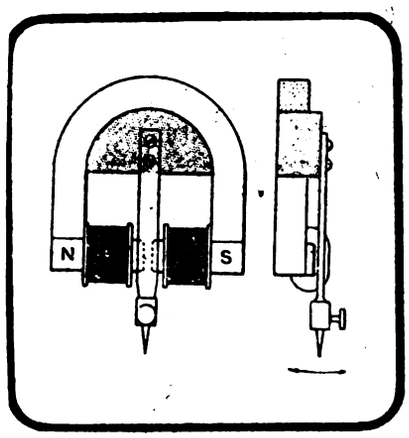


FIG. 2

Ceci dit, voyons, figure 1, la constitution réelle d'un pick-up, celui-ci étant choisi du type électromagnétique.

Un aimant A est complété par des pièces polaires qui se trouvent être de même nom par rapport à la palette de fer centrale qui se trouve naturellement être d'un nom opposé.

Autrement dit, et la figure 1 le montre bien, les deux pièces polaires sont Nord (N) et la palette oscillante centrale Sud (S).

On voit encore que l'espace laissé entre les pièces polaires et la palette forment un *entrefer* dans lequel la dite palette peut osciller. Vu ainsi, il manque à notre alternateur miniature un organe essentiel, le *stator.* Celui-ci, dans lequel prennent naissance les *courants induits musicaux,* est constitué par un enroulement porté par chaque pièce polaire. Enfin, les impulsions mécaniques sont prises sur le disque par *l'aiguille* qui termine l'armature oscillante.

Digitized by Google

Quant au *fonctionnement*, il se comprend aisément.

Nous l'exprimerons en quelques notes et observations classées dans l'ordre :

I. Il existe dans l'entrefer des lignes de force magnétique, lesquelles forment un champ évidemment magnétique.

II. Ce champ est constant car si l'armature centrale (oscillante) dévie d'un côté, la longueur du parcours des lignes de force se trouve diminuée de ce côté, mais allongée d'une même quantité de l'autre côté.

III. Qu'il en résulte dans les bobines portées par les pièces polaires des courants induits et en sens inverse.

IV. Qu'il suffit, pour remettre ces courants en phase, d'inverser les connexions d'une des bobines.

La figure 1 montre cette disposition, le sens d'enroulement d'une bobine n'étant pas le même que celui de l'autre.

V. Que si l'aiguille de portée par la palette S est excitée à fréquence musicale, que le courant induit dans les bobines sera lui aussi musical et, d'une façon générale, naturellement synchronisé par rapport à l'excitation.

VI. Qu'il suffit d'appliquer ce courant musical à un amplificateur pour obtenir la *note* de ce courant en haut-parleur plus ou moins puissant.

Ceci est la description en quelque sorte *électro-mécanique* mais elle laisse à traiter l'application artistique. Il n'y a pas besoin, en effet, de beaucoup réfléchir pour voir, si l'aiguille porte dans le sillon d'un disque, que les vibrations de l'aiguille reproduiront celles du stylet enregistreur.

Autrement dit, l'aiguille *lit* l'enregistrement, lequel est *traduit* électriquement par le *pick-up*.

Le courant de sortie de ce dernier est audible dans un téléphone et il reproduit fidèlement l'enregistrement du disque.

Ce courant, somme toute, est un courant téléphonique et rien n'est plus facile que de l'amplifier à l'aide d'un amplificateur convenable.

La figure 2 montre le détail de réalisation pratique d'un pick-up.

Les vues en plan et en coupe montrent bien tous les détails du montage.

La figure 3 montre différents modèles de pick-ups

Le poids de ces appareils est variable et peut aller, pratiquement, de 150 jusqu'à 500 grammes.

Ils ne diffèrent guère entre eux, principe de construction mis de côté, que par leur *résistance ohmique*, c'est-à-dire pratiquement, par leur *impédance musicale*. Cette impédance est à titre indicatif, approximativement égale à 2,5 fois la résistance ohmique. De cette valeur (l'impédance musicale) on déduit si l'on doit ou non utiliser un organe de couplage.

Le pick-up est, enfin, porté par un bras, long et mobile, qui peut être complété par un contre-poids.

Signalons en passant le *bras tangentiel Thorens* qui résoud très heureusement le problème de la *lecture régulière*.

W. Lipowg.

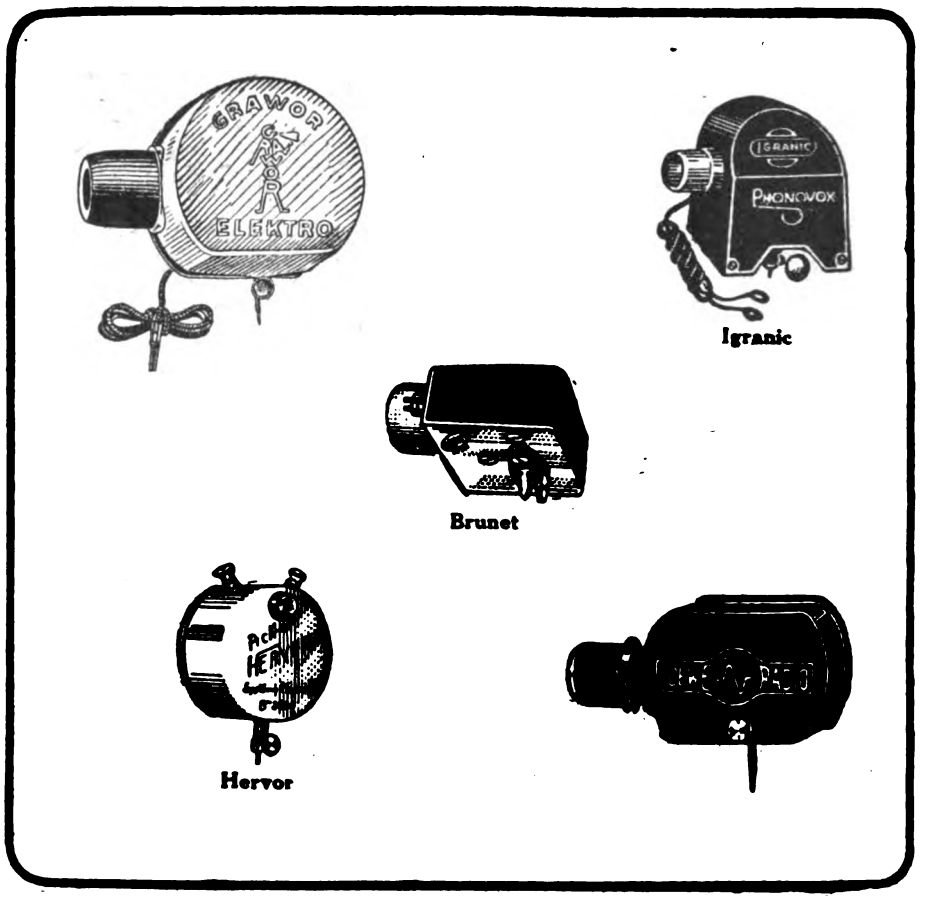


FIG. 3

Digitized by Google

L'ALUMINIUM

Devant les très importants progrès réalisés dans les différentes applications de l'aluminium, la Rédaction croit intéresser ses lecteurs en ouvrant une rubrique traitant de cette question.

Etant donnés les très larges débouchés offerts actuellement aux alliages de ce métal, nous sortirons un peu du cadre des applications électriques pures.

Le Lecteur trouvera ci-dessous un résumé historique de la question, lui permettant de faire le point.

Historique

ON a déjà beaucoup dit et beaucoup écrit sur l'aluminium, mais on ignore encore trop le développement énorme des applications de ce métal qui, il y a peu d'années, constituait encore une curiosité. Découvert depuis un siècle seulement, l'aluminium a maintenant franchi et largement dépassé la période difficile où, nouveau venu parmi ses aînés, il était considéré avec la défiance et le scepticisme habituels réservés aux choses nouvelles.

Il a maintenant acquis droit de cité dans l'industrie ; de nouveaux champs d'applications s'ouvrent journellement à lui, en un mot il est devenu un instrument de progrès indispensable et précieux.

Le beau métal blanc argent que chacun connaît diffère bien de son ancêtre : la poudre grise que le chimiste Woehler obtint en 1827 en décomposant le chlorure d'aluminium par le potassium. Il fallut la persévérance et le génie de Sainte-Claire Deville pour tirer le métal homogène pur et compact de cette poudre informe.

Les remarquables travaux de Sainte-Claire Deville datent de 1853 ; on présenta le premier lingot d'aluminium à l'Exposition Universelle de 1855 où le public se pressait pour le soupeser et admirer sa légèreté. Ce premier lingot revenait à 1.250 fr. le kilo. Une fabrication industrielle du métal fut entreprise, basée sur la réaction du sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium additionné de cryolithe. Ce procédé purement chimique ne permettait pas d'obtenir un métal pur ; Sainte-Claire Deville se tourna alors vers le procédé électrolytique et dès 1859 il donnait des indications théoriques pour l'électrolyse de l'alumine ou oxyde d'aluminium, dissoute dans un bain de cryolithe (fluorure double d'aluminium

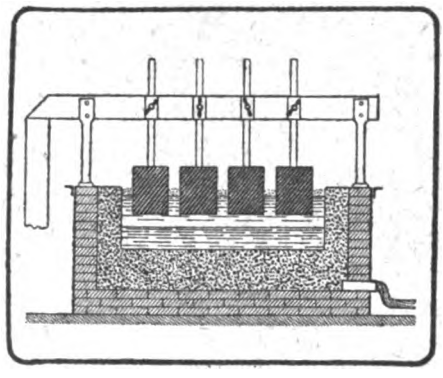


FIG. 1

et de sodium) ; c'est le principe de la fabrication actuelle.

Malheureusement cette méthode qui exige une quantité d'énergie électrique considérable, n'était pas applicable à une époque où la seule source d'électricité était la pile. Jusqu'en 1888 le procédé chimique fut seul utilisé et l'aluminium resta un métal cher valant près de 300 francs le kilo.

En 1888, Héroult en France, Hall en Amérique, mirent au point simultanément et indépendamment, le procédé toujours employé : électrolyse de l'alumine maintenue en dissolution dans un bain de cryolithe fondue, sans chauffage extérieur. Le prix du métal s'abaissa considérablement et sa production se développa avec une rapidité dont les chiffres suivants donneront une idée :

Années	Tonnage annuel produit dans le monde
1885	13 tonnes
1890	200 —
1900	7.000 —
1910	45.000 —
1920	160.000 —
1929	250.000 —

Le minerai d'aluminium, la Bauxite

Cette progression accélérée de la production du métal léger a été possible, grâce à l'existence d'importants gisements de minerai. L'aluminium est un principe extrêmement abondant dans la nature, l'écorce terrestre en renfermerait 7 à 9 %, mais on ne le rencontre qu'à l'état de combinaison avec l'oxygène et d'autres corps qu'il faut éliminer pour obtenir un métal pur.

Le fer et le silicium en particulier éprouvent, comme disaient nos ancêtres, une grande « sympathie » pour l'aluminium, ce sont ces éléments dont il est nécessaire de débarrasser l'aluminium. Dans l'argile par exemple, malgré des opérations assez complexes et très onéreuses, on ne réussit qu'à ramener leur teneur à une valeur faible sans doute, mais qui est encore loin d'être négligeable.

Heureusement il existe un autre composé, dont l'oxyde de fer seulement mélangé à l'aluminium et la silice peu abondante, sont relativement faciles à éliminer : c'est la bauxite. La bauxite tire son nom du village des Baux, situé à une vingtaine de kilomètres au nord-est d'Arles, où elle fut trouvée pour la première fois. La première étude faite sur ce minerai en 1821 avait pour but de se rendre compte s'il pouvait servir à la métallurgie du fer, les conclusions furent négatives, et c'est seulement vers 1858 que Sainte-Claire Deville et Le Chatelier s'aperçurent qu'on possédait là un minerai d'alumine très riche. Il existe plusieurs sortes de bauxites, différenciées par leur couleur et leur teneur en silice ; la seule qui puisse servir à la fabrication de l'aluminium est la bauxite rouge qui contient 40 à 60 % d'alumine, 2 à 3 % de silice, 18 à 25 % d'oxyde de fer. La France est riche en bauxite ; on en trouve d'importants gisements facilement exploitables dans le Var, les Bouches-du-Rhône, l'Ariège, le Gard, l'Hérault. Il en existe également

Digitized by Google

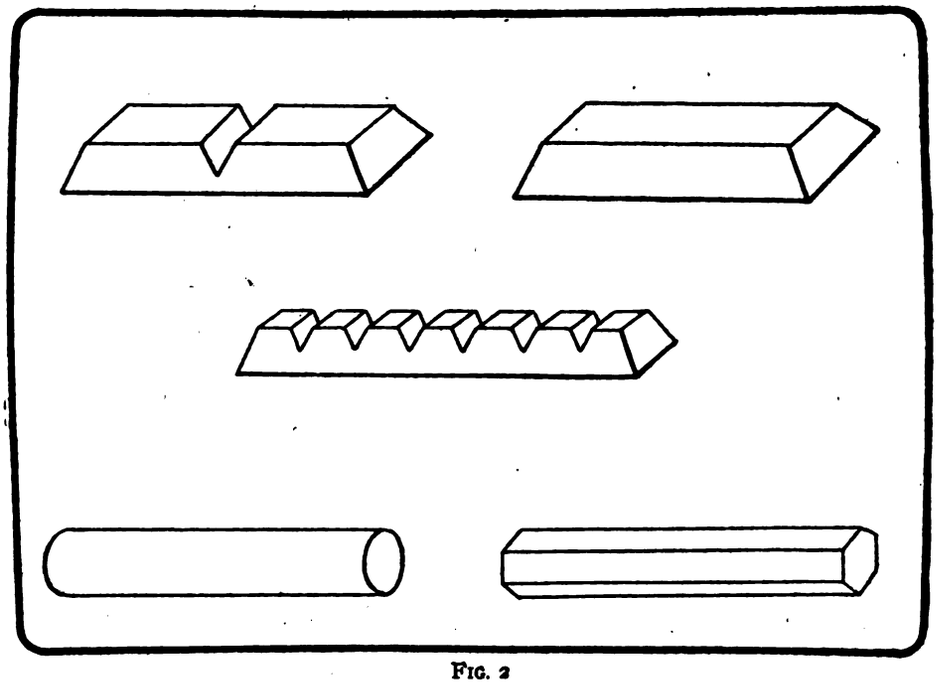


FIG. 2

aux Etats-Unis, en Géorgie, dans l'Arkansas, l'Alabama et le Tennessee, en Italie, en Hongrie, en Dalmatie et dans les Guyanes. Des gisements ont été découverts en Afrique du Sud, aux Indes, dans la Guinée, la Côte de l'Or ; on peut donc considérer la bauxite comme un minerai largement répandu dans toutes les parties du monde.

Il n'existe qu'un gisement de cryolithe au monde, situé dans le Groënland occidental, mais on fabrique aujourd'hui ce produit synthétiquement en partant du spath fluor ou fluorure de calcium, composé naturel très abondant.

Fabrication de l'Alumine

La préparation de l'alumine pure à partir de la bauxite est effectuée couramment par le procédé Bayer. Voici les différentes phases de l'opération.

La bauxite préalablement broyée et transformée en grenaille est soumise en autoclave à l'attaque sous pression d'une lessive de soude caustique. Les autoclaves sont des récipients cylindriques à double paroi dans laquelle circule de la vapeur d'eau sous pression qui maintient la température à environ 160°. La masse est constamment brassée par des agitateurs pour accélérer les réactions. L'alumine de la bauxite se transforme en aluminate de soude soluble, l'oxyde de fer reste inattaqué et la silice forme un silicate double d'aluminium et de sodium insoluble. La durée d'attaque est de plusieurs heures. Lorsqu'elle est terminée, on refoule tout le contenu de l'autoclave dans des décanteurs où le liquide clair constitué par l'aluminate de soude se sépare du précipité.

La solution d'aluminate fortement étendue d'eau, est envoyée dans de vastes réservoirs en tôle munis d'agitateurs où s'effectue l'auto-précipitation. Cette solution possède en effet la propriété intéressante de laisser déposer l'alumine sous l'influence d'une agitation purement mécanique. Une fois la précipitation effectuée, on décante la liqueur et on recueille par filtrage l'alumine précipitée. On la lave soigneusement à l'eau pour éliminer la soude, on la sèche et on la calcine dans des fours tournants. Elle se présente à la fin de toutes ces opérations sous la forme d'une poudre blanche très ténue ; elle répond en moyenne à l'analyse suivante :

Silice : moins de 0,10 % ; oxyde de fer : moins de 0,05 %.

En moyenne il faut deux tonnes de bauxite pour obtenir une tonne d'alumine.

Electrolyse de l'Alumine

Elle consiste à réduire par le courant électrique, un mélange fondu d'aluminium anhydre (Al^2O^3) et de cryolithe (AlF^3), (3NaF). La chaleur nécessaire à la fusion est fournie par le courant lui-même. Grâce à la présence de la cryolithe qui joue le rôle de fondant, l'opération peut avoir lieu entre 920° et 1000, alors que l'alumine seule a une température de fusion de plus de 2.000 degrés.

Les fours de fabrication sont constitués par des cuves en tôle d'acier, généralement rectangulaires, revêtues intérieurement d'une garniture en briques réfractaires, recouverte elle-même d'un pisé de charbon, bon conducteur de l'électricité. La sole sert de cathode, les anodes sont formées par des prismes de charbon aggloméré qui peuvent monter ou descendre séparément et qui sont suspendus sur une barre transversale horizontale : le courant est amené à cette barre sous une tension continue de 5 à 7 volts. La fabrication même des électrodes est une opération délicate, exigeant du coke de pétrole très pur. Ce coke est broyé en particules calibrées, mélangé avec du brai chaud et comprimé dans des presses qui donnent aux électrodes la compacité et la forme voulues ; on termine par une cuisson au rouge vif, dans des fours spéciaux, à l'abri de l'air.

Au fur et à mesure que la réduction s'effectue dans le four, le métal, de densité supérieure à celle du bain, descend dans le fond de la cuve, les sels fondus qui le recouvrent le protègent de l'oxydation.

On extrait le métal fondu au moyen de creusets dont le fond est percé d'un trou par où pénètre le métal ; c'est la méthode de coulée dite du « pot de fleurs ». Le réglage des fours se fait en élevant et en abaissant les électrodes et en réglant la quantité d'alumine jetée à la surface du bain au fur et à mesure de la réduction. On ne doit pas laisser baisser la proportion d'alumine au-dessous d'une certaine valeur, car on aurait une décomposition de fluorures, dégagement de fluor et apport de sodium dans le métal. On est d'ailleurs facilement averti de la nécessité de recharger le four en alumine car l'électrolyse du fluorure exigeant une tension de courant plus grande que l'électrolyse de l'alumine, le bain devient plus résistant et une petite lampe-témoin, réglée à cet effet, s'allume au-dessus de la cuve.

Les cuves à électrolyse sont placées en série et traversées par un courant qui, suivant les dimensions des appareils, varie de 10.000 à 30.000 ampères. Leur marche est continue, le métal est coulé périodiquement dans des lingotières en fonte et à chaque coulée un échantillon est prélevé pour analyse.

Avec la méthode de fabrication que nous venons de décrire, il faut compter pour la production d'un kilo d'aluminium une énergie électrique de 25 kilowatts-heures au minimum, 800 grammes d'électrodes en charbon, 80 grammes de cryolithe et autres fluorures et 2 kilos d'alumine. Une tonne d'alumine exige donc 4 tonnes de bauxite et, avec le charbon nécessaire à la préparation de l'alumine, 8 tonnes de combustibles divers.

La métallurgie de l'aluminium est donc, ce que beaucoup de personnes ignorent, tributaire du charbon qui intervient pour une large part dans son prix de revient. D'autre part, la grande

Digitized by Google

quantité d'énergie électrique absorbée par l'électrolyse implique une production d'électricité à très bon marché, c'est-à-dire d'origine hydraulique. Les frais d'aménagement des chutes d'eau sont excessivement élevées et les immobilisations nécessaires de ce chef sont très importantes.

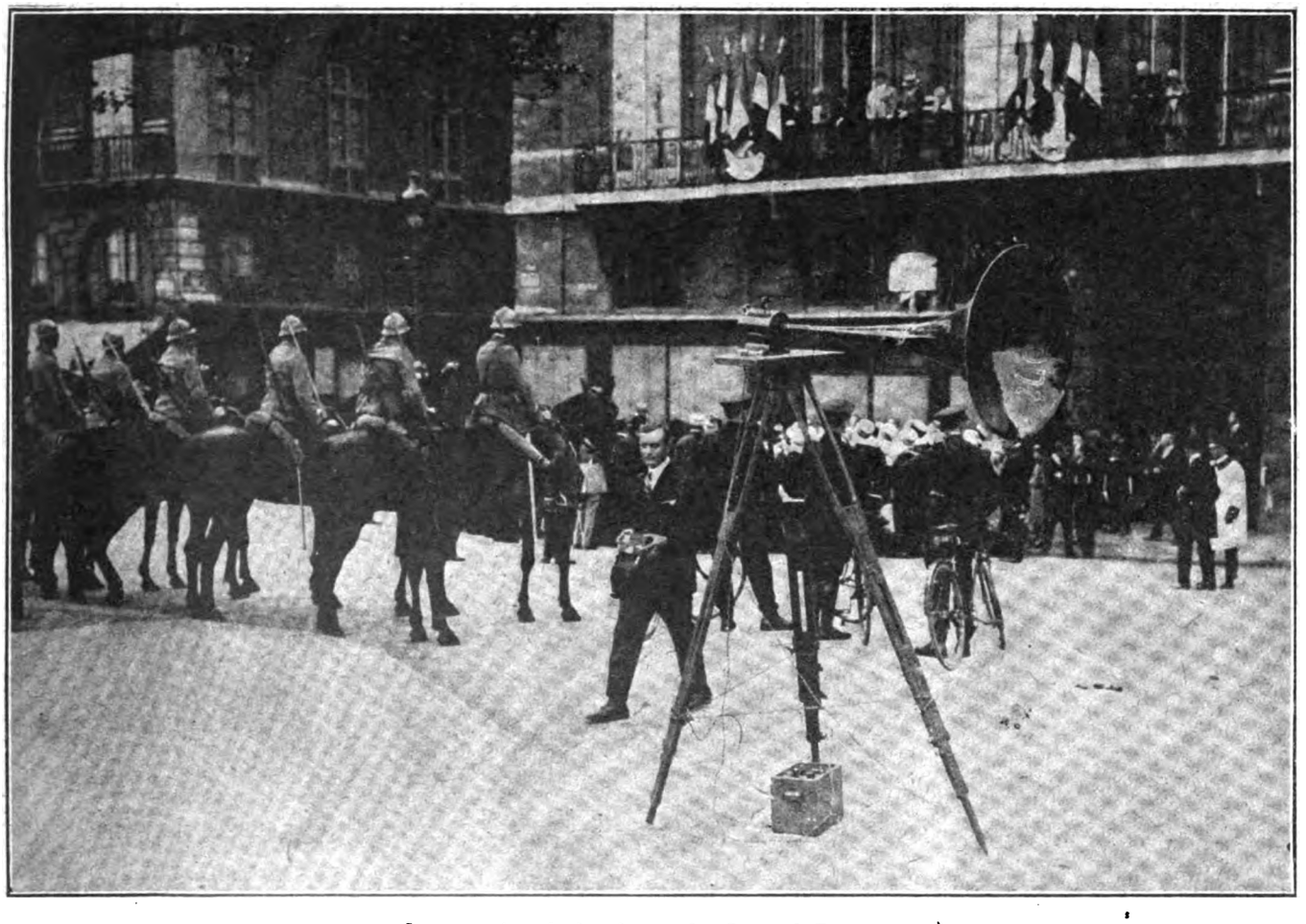
L'industrie de l'aluminium exige donc, à cause de ces frais de premier établissement, des capitaux considérables.

La production d'alumine est concentrée en France dans les régions où existe le minerai et l'aluminium est fabriqué dans les Pyrénées et surtout les Alpes, là où l'énergie hydraulique est abondante.

Conclusion

Notre pays, favorisé au double point de vue du minerai et des chutes d'eau, se devait de posséder une industrie de l'aluminium prospère ; elle l'est en effet ; sa production a atteint en 1929 : 29.000 tonnes, pour une production mondiale de 250.000 tonnes. Les usines françaises qui appartiennent à deux importantes Sociétés : la Compagnie des Produits Chimiques et Electrométallurgiques Alais, Froges et Camargue, et la Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Métallurgie et des Aciéries Electriques d'Ugine, sont en continuel développement et leur puissance de production leur permet de faire face aux besoins croissants de l'industrie française tout en laissant une marge importante disponible pour l'exportation

Nous étudierons, dans un prochain article les propriétés de l'aluminium, d'où découlent ses multiples applications.



Inauguration de la plaque du Général Bugeaud
Haut-parleur Gaumont diffusant les discours

Digitized by Google

Les actions à vote plural

CE QUI RESTE A FAIRE

Par R. LEROQUE, Dr en Droit

Dans le précédent article, l'auteur a montré de quelle situation étaient nées les actions à vote plural et quels étaient les inconvénients de cet état de fait.

Ci-dessous, il tente de proposer au lecteur un remède basé sur la publicité faite aux libertés accordées aux Sociétés.

NOUS avons, dans une précédente étude, montré l'origine des actions à vote plural: elles sont nées à la faveur du silence de la loi pour répondre à des besoins divers. La pratique a prouvé leur utilité; mais, comme il arrive souvent, leur commodité est telle qu'on les a utilisées à des buts de spoliation que l'on est unanime à réprouver. Aussi l'opinion sur les actions à vote plural est partagée. Les uns considérant surtout les services qu'elles ont rendus, défendent ces titres au nom de leur utilité. Les autres, surtout frappés par les abus qu'elles ont permis, les réprouvent. Entre les uns et les autres le législateur a pris position: la loi du 27 avril 1930 les interdit pour l'avenir.

La solution actuelle est extrêmement critiquable: elle ne saurait être considérée comme définitive. En effet, l'intérêt public qui a déterminé le législateur à intervenir dans la question des actions à vote plural ne permet pas une solution aussi simpliste. Ou bien elles sont tellement contraires à l'intérêt général que l'on doive les supprimer et, alors, il faut les supprimer pour le passé comme on les a supprimées pour l'avenir. Ce qui ne vaut rien après le 27 avril 1930, ne vaut pas davantage avant cette date. Ou bien au contraire elles offraient des avantages avant le 27 avril: et l'on ne voit pas pourquoi le législateur en priverait les Sociétés après cette date.

Peut-être faut-il considérer la solution du législateur comme provisoire: Il interdit d'en créer à l'avenir pour avoir à moins en supprimer quand la solution définitive interviendra. Mais cette conception ne nous satisfait pas: l'intervention du législateur est malheureuse. C'est l'instabilité érigée en principe législatif. Il est préférable, nous semble-t-il, que le législateur ait conscience de prendre des mesures pour l'éternité: il fera de la besogne plus soignée. Prendre des mesures provisoires, comme il semble qu'on l'ait fait, prédispose à prendre des mesures insuffisamment étudiées, et les citoyens pour qui ces mesures sont impératives, sont gênés dans leur activité jusqu'à ce qu'intervienne la solution définitive.

L'exposé des motifs qui ont décidé le Gouvernement à demander l'intervention du législateur nous paraît un peu idéologique. Il assimile le fonctionnement des sociétés anonymes au jeu parlementaire: il fait intervenir pour réclamer la suppression de tout privilège de vote « le principe de la liberté et de l'égalité du vote, qui est le fondement de la loi civile, sociale et constitutionnelle du pays ». Cet argument nous paraît démenti par la réalité des faits: l'attitude des actionnaires des sociétés anonymes nous montre qu'ils n'attachent pas une bien grande importance à cette égalité de vote qu'on veut leur restituer.

L'expérience montre que dans les sociétés anciennes, dont les titres avec le temps se sont disséminés, les porteurs d'actions n'exercent pas leur droit de vote. Au contraire, dans les sociétés récentes, les titres sont encore groupés entre les mains de gens qui ont assisté à la création de l'affaire et qui continuent à s'intéresser à sa gestion. Ce fait est assez naturel: ils ont peut-être participé à la fondation de la société, ils continuent à s'en occuper parce qu'ils la connaissent, et souvent ils y ont des intérêts importants. Au contraire les porteurs disséminés des titres d'une affaire ancienne, se rendent parfaitement compte qu'ils sont tout à fait ignorants de la gestion de la société, et ils sont, en somme, sages de s'en remettre aux dirigeants, de leur faire confiance. Il suffit pour saisir sur le vif cette mentalité de l'actionnaire, de voir la méfiance qu'il a pour l'intervention du groupe opposant qui essaye de rassembler des votes.

On est obligé de reconnaître qu'il n'y a pas de comparaison possible entre le jeu parlementaire et le fonctionnement des sociétés. L'actionnaire ne peut se rendre compte de la portée ni de l'intérêt de son vote: il s'abstient en raison de l'inutilité manifeste de son intervention. Il laisse prendre les décisions les plus importantes par ceux qui se croient qualifiés pour intervenir à l'assemblée générale: il se fait représenter en fait. Le jeu des actions à vote plural lui permettait d'avoir une représentation en droit qui ne saurait être jugée inférieure à la représentation de fait.

Aussi l'on comprend que la solution intervenue doive être considérée comme ne permettant pas de préjuger de celle qui interviendra. La question n'a pas été examinée par le législateur: la solution qu'il a prise permet uniquement d'en déduire que la question présente une certaine urgence, que le législateur est décidé à la résoudre définitivement.

Il ne faut pas oublier, en effet, que cette solution n'est pas intervenue comme une modification du régime des sociétés: non pas que cette question n'intéresse au plus haut point leur organisation économique. Elle a été faite pour remédier à une crise boursière: cette solution est comprise dans la loi de dégrèvement des valeurs mobilières. Le but de ces mesures était de ramener

Digitized by Google

sur le marché une activité normale et la suppression des actions à vote plural serait assurément favorable à la reprise de la Bourse: par le fait qu'elles existent les actions à vote privilégié font le vide autour des corbeilles. A une des séances du Comité parlementaire du Commerce, le président d'un syndicat de maisons de Bourse et de Change parlant des actions à vote privilégié s'exprimait ainsi : « Leur existence permet aux bénéficiaires de liquider des actions ordinaires qu'ils avaient en portefeuille et devenues inutiles pour eux. Ces liquidations ont pesé certainement sur le marché mais ce ne fut qu'un inconvénient temporaire. Depuis, la détention par un groupe des actions à vote plural a privé la Bourse d'une partie essentielle de son activité, en supprimant toute espèce d'intérêt pour les groupes concurrents, à chercher, par des achats en Bourse, à s'assurer des majorités aux assemblées générales, leur tentative étant vouée, par avance, à un insuccès assuré. »

L'intérêt de la bourse est favorisé par leur suppression, mais est-ce une raison suffisante et ne doit-il pas plutôt se déterminer par l'intérêt des sociétés? A ce point de vue les solutions préconisées sont multiples. A côté de la solution de la suppression pure et simple il y a la solution de la réglementation qu'il nous reste à examiner.

***

Le principe de vote privilégié a ses partisans et cela se comprend, étant donné les importants services qu'il est susceptible de rendre. Par contre les inconvénients que la pratique a révélés, obligent —, et l'opinion sur ce point est unanime —, à en limiter l'emploi.

Divers systèmes ont été proposés, limitant soit simplement le nombre des voix attribué à chaque action, soit simultanément le nombre des voix attribué à chaque action et le capital engagé par chaque catégorie d'actions. Ce dernier moyen plus complexe, est le seul efficace. Rien n'empêcherait en effet de créer des actions de valeur nominale différente et de les gratifier, ce qui serait rétablir l'inégalité que l'on veut faire disparaître, d'un nombre de voix égal. Les formules ne manquent pas : voici celle que préconise la société d'Etudes législatives. Elle stipule que les voix supplémentaires accordées à une catégorie d'actions ne devraient jamais dépasser une quotité déterminée par rapport au total de voix correspondant à l'ensemble du capital social. On pourrait la compléter par l'indication d'un maximum de voix attribué à chaque action privilégiée.

En fixant à 1/4 des suffrages attribués à l'ensemble du capital, le droit privilégié à une catégorie d'actions, on obtiendrait ce résultat, que pour faire la loi à l'assemblée générale, le groupe directeur devrait posséder environ 1/5 du capital total, ce que l'on peut estimer suffisant pour qu'il soit intéressé directement et sérieusement à une bonne gestion de l'entreprise. Cette solution serait peut-être même trop libérale : mais il ne faut pas que le législateur se substitue totalement aux actionnaires indifférents dans la surveillance de leurs propres intérêts au point de donner un blanc seing aux porteurs d'actions privilégiées.

Beaucoup plus importante, semble-t-il, est la limitation de l'usage que l'on peut faire des actions à privilège de vote. Et pour cela la loi sur les sociétés nous offre une distinction qu'il importe de rappeler.

Au point de vue du droit de vote et du quorum nécessaire à la validité des délibérations, les assemblées générales peuvent se diviser en quatre catégories.

1° Dans une première catégorie, on peut mettre les assemblées générales constitutives. La loi du 24 juillet 1867 (art. 27) spécifie que dans les assemblées générales appelées à vérifier les apports, à nommer les premiers administrateurs, et à vérifier la sincérité de la déclaration des fondateurs de la société (1), tout actionnaire, quel que soit le nombre des actions dont il est porteur, peut prendre part aux délibérations avec le nombre de voix déterminé par les statuts, sans qu'il puisse être supérieur à dix.

Cette disposition rend pratiquement illusoire le droit de vote plural. En effet, les actions privilégiées voient leur privilège singulièrement atténué dans la pratique ; pour être efficaces, il faudrait qu'elles soient réparties entre de nombreuses mains, ce qui est contraire à leur raison d'être.

Néanmoins, l'avantage même atténué qu'elles confèrent dans ce cas est contraire à l'esprit de la loi et il serait souhaitable que leur droit de vote privilégié ne soit pas admis dans les assemblées constitutives.

2° Certaines assemblées extraordinaires ont pour but de modifier l'objet ou la forme de la société. Elles sont régies par l'article 31 de la loi du 14 juillet 1867. « Les assemblées constitutives qui ont à délibérer sur les modifications touchant à l'objet ou à la forme de la société, ne sont régulièrement constituées ou ne délibèrent valablement qu'autant qu'elles sont composées d'un nombre d'actionnaires représentant les 3/4 au moins du capital social. Les résolutions pour être valables, doivent réunir les 2/3 au moins des voix des actionnaires présents ou représentés. »

Le fait par le législateur d'exiger des des conditions de quorum et de majorité spéciales quand il s'agit de modifier l'objet ou la forme de la société, montre la gravité des questions soumises à ces sortes d'assemblées; on conçoit que les précautions soient multipliées. Il est contre l'esprit de la législation relative à ces assemblées d'admettre le vote plural en semblable circonstance.

3° Les assemblées extraordinaires peuvent avoir un objet moins important que celui dont il vient d'être question : telles sont celles qui ont pour but de modifier les statuts sans toucher à l'objet ou à la forme de la société, de restreindre ou d'étendre les pouvoirs du Conseil d'administration, de réduire ou d'augmenter le capital social.

Le même article 31 de la loi du 24 juillet 1867 spécifie que pour toutes les assemblées extraordinaires, autres que celles qui ont à délibérer sur les modifications touchant à l'objet ou à la forme de la société, les résolutions pour être valables doivent réunir les 2/3 des voix des actionnaires présents ou représentés.

Il est évident que les possesseurs d'actions à droit de vote privilégié auraient un gros intérêt à être maîtres de ces assemblées : ils auraient ainsi toujours aisément la majorité, et la minorité impuissante courrait le danger de voir éluder les garanties que paraissent leur donner les statuts. D'autre part, les avantages que procure la priorité de vote ne sont pas mis en action dans ces sortes d'assemblée.

Encore donc pour cette catégorie d'assemblées extraordinaires, on pourrait sans inconvénient exclure le privilège de vote que peuvent prévoir les statuts.

4° Il reste encore une catégorie d'assemblées : ce sont les assemblées générales ordinaires. Elles ont pour objet de nommer ou de révoquer les administrateurs, de se prononcer chaque année sur leur gestion en approuvant ou en rejetant les bilans qu'ils soumettent aux actionnaires, de se prononcer sur certains engagements, d'autoriser les emprunts, etc..., en un mot de prendre des décisions relatives à la gestion des entreprises.

Il est intéressant pour tous que le groupe directeur ne soit pas sans cesse menacé d'être renversé, qu'il puisse en toute quiétude entreprendre et mener à bien la gestion qui, pour être fructueuse exige de l'esprit de suite et de longs et patients efforts.

Pour ces assemblées, les actions à vote plural ont leur raison d'être. Il est

(1) Déclarations de souscription et de versement.

Digitized by Google

naturel que des actionnaires ignorants de la gestion de leur entreprise puissent déléguer à d'autres le droit de surveillance de cette gestion qui est attaché à leur action : la création des actions à vote plural leur en fournit le moyen.

Et ajoutent les partisans de la réglementation des actions à vote plural on pourrait entourer leur cession de précautions de nature à les maintenir en possession de gens ayant réellement la confiance des actionnaires. On pourrait par exemple, leur imposer la forme nominative pendant toute la durée de la société, et exiger que les propriétaires soient Français. Et pour éviter que des étrangers ne possèdent de telles actions par l'interposition d'une société française, on pourrait exiger que, pour qu'une société possède des actions à vote privilégié, elle soit soit non seulement française, mais encore qu'elle ait des administrateurs français.

Il faudrait encore éviter que les actions ne changent de mains facilement ou que tout au moins les autres actionnaires aient sur ce changement un droit de contrôle et même de vote. Il faut éviter que la direction de la société ne passe à leur insu ou sans leur consentement, à des hommes qui n'auraient pas leur confiance.

Telles sont les garanties dont voudraient entourer les actions à vote privilégié, ceux qui sont partisans du maintien réglementé des titres bénéficiant d'un tel privilège. Mais il nous semble qu'avec de telles garanties il deviendrait impossible d'en faire l'usage abusif que, à l'unanimité, on déplore et alors se présente à l'esprit une solution qui consisterait à maintenir le *statu quo* qui aurait l'avantage d'être la solution de la liberté.

∴

Cette solution, la solution de la liberté, nous semble préférable aux deux précédentes pour diverses raisons. Et, tout d'abord, en aucun cas une disposition législative nouvelle ne doit porter atteinte à des contrats intervenus sous l'empire de la législation antérieure sous peine d'apporter à l'économie générale du pays une perturbation inadmissible. Toute mesure supprimant les actions à vote plural, ou même en limitant l'émission imposerait une révision des contrats en cours et détruirait l'équilibre des obligations existant entre les divers actionnaires des sociétés : une telle mesure par cette seule conséquence, est à rejeter. Et cette conséquence est inévitable car, on ne saurait admettre que l'on maintienne pour le passé ce qu'on ne veut plus pour l'avenir. A ce seul titre, la solution dans laquelle semble s'engager le législateur est à rejeter.

D'autre part, le but à atteindre n'impose pas la suppression ni même la limitation. Les affaires ont besoin d'une législation souple ; elles ont besoin de liberté. Les dispositions légales sont trop rigides pour pouvoir s'adapter aux besoins divers comme la vie. Ce que l'on veut c'est empêcher les abus : or, pour cela, l'action législative est maladroite. L'action judiciaire est beaucoup plus souple, s'adapte plus facilement aux diverses circonstances : c'est au juge qu'il faudrait recourir.

Mais, dira-t-on, le juge a dû rester impuissant puisque les abus existent. Il faut donc l'intervention du législateur pour doter le juge des moyens d'action qui lui manquent. Ce raisonnement est entaché d'erreur. L'intervention du législateur est inutile : le juge a les moyens d'agir. Il suffit de les mettre en action et ceci entre dans le rôle des particuliers : il faudrait que le particulier saisisse le juge des abus dont il est victime. Or quand il est victime d'un usage abusif des actions à vote plural, il y a violation de la loi

L'article 22 de la loi de 1867 stipule expressément que les sociétés anonymes sont administrées par des mandataires à temps révocables. La révocabilité des administrateurs est une règle essentielle parce que ceux-ci ne contractent aucune obligation personnelle et que par conséquent, la possibilité de les révoquer est en définitive la seule sanction des fautes commises dans la gestion. Aussi cette règle a toujours été considérée par la jurisprudence comme étant d'ordre public.

On est ainsi fondé à soutenir devant les tribunaux que les décisions des assemblées générales lorsqu'elles aboutissent en fait à rendre la position des conseils inexpugnable, violent un principe capital se trouvant à la base du régime des sociétés anonymes. Elles vont à l'encontre de l'esprit de la loi et elles seraient en cas de contestation, vraisemblablement annulées par les tribunaux.

Et s'il se trouve dans le public, des personnes qui n'ont pas l'énergie voulue pour défendre leurs droits lésés, et elles sont nombreuses, que du moins la loi intervienne pour exiger une publicité qui les prévienne du risque qu'elles courent si elles ont un tempérament trop placide. Il serait contre la logique, que pour protéger les faibles, la loi intervienne pour interdire aux forts des combinaisons qui peuvent être fécondes. Il faut organiser notre société en vue de la plus grande productivité.

∴

Les actions à vote plural ne sont pas inconciliables avec l'organisation des sociétés anonymes : elles leur sont au contraire un moyen très utile pour faire face à des situations possibles. Il nous semble que le législateur ne doive pas maintenir la solution vers laquelle il paraît se diriger. Mais qu'il leur impose une publicité efficace ; qu'il interdise leur jeu dans les assemblées extraordinaires pour lesquelles déjà il a posé des conditions spéciales : il restera dans l'esprit de la législation actuelle. Mais qu'il reste également dans l'esprit libéral avec lequel la loi de 1867 a admis toutes les conventions des parties. Tous les moyens préconisés par les partisans de la simple réglementation des actions à vote privilégiées, nous semblent bons à adopter, sauf la limitation. La liberté réglementée, mais non limitée, ne conduira pas aux abus, si on sait organiser une publicité efficace de l'usage qui est fait de cette liberté.

R. Lerouge

Digitized by Google

LES COLLOÏDES

par J. GRANIER, ingénieur E. S. E.

Les colloïdes ont reçu de nombreuses applications dans des domaines extrêmement variés ; la médecine a trouvé dans cette étude la clef de plusieurs questions : l'électricité bénéficie aussi des qualités fort intéressantes de ces solutions.

Il nous a paru indispensable de présenter au lecteur une analyse complète de cette question.

Lorsqu'on étudie la diffusion de substances dissoutes dans l'eau, on remarque immédiatement que celles-ci peuvent être divisées en deux catégories, les unes diffusant assez rapidement comme les acides minéraux, les sels métalliques, le sucre, les autres ne diffusant que très lentement par exemple la gélatine, le tanin, l'albumine. Les premières de ces substances, capables d'être obtenues sous forme de cristaux par évaporation de la solution sont appelées « cristalloïdes », les dernières ne donnant dans les mêmes conditions que des amas plus ou moins pâteux analogues à de la colle ont reçu le nom de « colloïdes ».

Ainsi, si au-dessus d'une solution d'eau salée on place une couche d'eau pure, en évitant, autant que possible, tout mouvement du liquide. on constate que le sel se diffuse peu à peu de manière à se répartir uniformément dans toute la masse ; avec l'albumine ou la gélatine, le même phénomène se produit mais il est si lent que pour le mettre en évidence, il faut y consacrer un temps considérable. Pour éviter tout mouvement du liquide susceptible de troubler la diffusion, on peut réaliser l'expérience d'une manière bien plus commode en séparant par une membrane poreuse, du parchemin par exemple, la solution de l'eau pure. Dans ces conditions, les cristalloïdes traversent assez rapidement la membrane, tandis que la diffusion des colloïdes est si lente qu'on peut la considérer pratiquement comme inexistante. Il en résulte que si une solution contient à la fois des colloïdes, et des cristalloïdes, on pourra facilement les séparer les uns des autres par diffusion à travers une paroi poreuse; ce procédé s'appelle la « dialyse ».

Qu'est-ce donc qu'un colloïde ? — Nous venons de le définir par la lenteur avec laquelle il diffuse, par l'impossibilité de le faire cristalliser, mais bien d'autres propriétés le séparent encore du cristalloïde et c'est l'étude à l'ultra-microscope qui nous a permis d'en connaître la nature intime. Cet appareil a en effet permis de voir directement des particules flotter dans le liquide et de mesurer, approximativement tout au moins, leurs dimensions ; celles-ci sont de l'ordre du cent millième ou du dix millième de millimètre, c'est-à-dire dix ou cent fois supérieures aux dimensions des molécules. Au sens strict du mot, les solutions colloïdales ne sont donc pas des solutions ; elles sont formées de particules, comprenant des milliers ou des centaines de milliers de molécules, restant en suspension dans le liquide. La grosseur de ces particules est suffisante pour expliquer par la résistance qu'elles éprouvent de la part du liquide la difficulté de leur diffusion; et d'autre part, ces particules sont suffisamment fines pour pouvoir subsister dans le liquide sans tomber au fond du vase pendant la durée de l'observation.

Donnons quelques chiffres. Un centimètre cube de gaz à pression atmosphérique contient trente milliards de fois un milliard de molécules; la distance moyenne de ces molécules est de 3 millionièmes de millimètre et les dimensions de ces molécules sont de quelque dix-millionièmes de millimètre seulement. Pour les colloïdes, l'ordre de grandeur est nettement différent ; si l'on a pu déceler l'existence dans des solutions d'or colloïdal de particules n'ayant pas plus de 2 millionièmes de millimètre, leurs dimensions sont en général beaucoup plus grandes ; par exemple dans une solution contenant 5 milligrammes d'or dans 100 centimètres cubes, le diamètre des particules était en moyenne de 15 millionièmes de millimètre, leur distance de 1 millième de millimètre et leur nombre 1.500 milliards par centimètre cube.

Est-ce à dire que les nombres précédents peuvent être fixés avec précision ? Non, et ceci pour deux raisons tout au moins. D'abord, les difficultés de l'expérience, la numération à l'ultra-microscope étant une opération fort délicate. Et puis surtout, si la solution colloïdale est à première vue un état stable, ce n'est qu'en première approximation ; ce qui la caractérise, qui la différencie de la solution saline, c'est précisément qu'elle est constamment en évolution; elle se transforme à mesure qu'elle vieillit; la grosseur de ses granules, leur nombre varient continuellement. Pour une solution colloïdale de concentration donnée, la couleur, la viscosité, la conductibilité électrique, la grosseur et la composition des particules, toutes les propriétés physiques en un mot, sont en perpétuel état d'évolution. Et d'ailleurs, si l'on prépare de diverses manières une solution colloïdale de concentration déterminée, les propriétés de celle-ci sont généralement bien différentes suivant la manière dont elle a été obtenue.

La température, la concentration ont sur la vie des colloïdes, sur leur durée une influence considérable. Ainsi, une solution de silice à 10 % se coagule spontanément en quelques heures à la température ordinaire et presque immédiatement si l'on chauffe. Une solution à 5 % peut déjà se conserver quelques jours ; si la concentration est de l'or-

Digitized by Google

dre de 2 %, on peut conserver la solution plusieurs mois, et si elle est inférieure à 1 % la durée en est pratiquement indéfinie. De même, les solutions colloïdales d'hydrate ferrique sont, étant fraîches presque transparentes et les particules qu'elles renferment sont si petites que l'ultra microscope peut à peine les déceler ; lorsqu'on les a conservées longtemps ou lorsqu'on les a chauffées pendant quelques heures, ces particules sont devenues suffisamment grosses pour être vues sans difficultés et se ramasser au fond du vase sous l'influence de la pesanteur.

Comment préparer un colloïde ? — Le procédé le plus simple et qui réussit dans bien des cas avec les composés organiques est celui qui consiste à mettre le corps directement en contact avec l'eau; c'est ainsi qu'on prépare les solutions colloïdales de gélatine, d'albumine, de gomme arabique, d'encre de Chine. Les solutions ainsi obtenues sont très stables quand la concentration est faible, et l'expérience de chaque jour nous montre en effet qu'une solution de gélatine ou une dissolution de colle ne subit pas de modifications appréciables pendant un temps très long. Mais lorsque les solutions sont concentrées, par évaporation en particulier, elles passent généralement par une succession d'état pâteux en se rapprochant de plus en plus de l'état solide; le produit obtenu finalement peut être redissous dans de l'eau pour redonner la solution colloïdale, ce qui est rare avec les colloïdes obtenus par des procédés différents.

Une autre manière d'obtenir des colloïdes consiste à utiliser une réaction chimique dans laquelle se forme lentement une substance insoluble; si la formation de celle-ci est suffisamment lente, si les solutions sont suffisamment étendues, on peut au lieu de voir apparaître un précipité obtenir une solution colloïdale; l'élimination des sels solubles donnés accessoirement par cette réaction se fait par dialyse et peut être sinon complète, du moins très avancée.

La préparation de l'hydrate ferrique colloïdal peut ainsi se faire par précipitation du chlorure ferrique par la soude, mais on l'obtient plus simplement encore en plaçant dans de l'eau distillée un tube fermé par une membrane et rempli de chlorure ferrique. Celui-ci, à l'état normal est déjà partiellement hydrolysé, c'est-à-dire qu'il est déjà décomposé en acide chlorhydrique et hydrate ferrique. Cet acide chorhydrique diffuse très facilement à travers la membrane, et naturellement à mesure qu'il s'élimine ainsi, il s'en produit d'autre à l'intérieur du tube, de sorte que la quantité de sel hydrolysé et d'hydrate ferrique formé augmente constamment. Finalement, il ne reste à l'intérieur du tube que des traces d'acide chlorhydrique et une solution colloïdale d'hydrate ferrique, d'une couleur rouge foncé, transparente sous faible épaisseur et remarquablement stable pour les faibles concentrations.

Le sulfure de cuivre colloïdal se prépare par un procédé un peu particulier: on produit d'abord un précipité que l'on redissout ensuite. Dans une solution d'acétate de cuivre, on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré ; on obtient ainsi du sulfure de cuivre, que l'on lave dans de l'eau saturée d'hydrogène sulfuré. Ce précipité, on le redissout ensuite en le mettant en suspension dans l'eau et en le soumettant à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré ; lorsque les particules sont devenues assez petites pour que la solution colloïdale soit stable, on enlève l'excès d'hydrogène sulfuré par un courant d'hydrogène pur, gaz peu soluble qui l'entraîne mécaniquement.

L'or colloïdal s'obtient d'une manière analogue : on réduit par le formol le chlorure d'or. On prend par exemple 3 centimètres cubes d'une solution à 5 % d'hypochlorure d'or, et on ajoute 120 centimètres cubes d'eau pure tout en alcalisant faiblement par du carbonate de potassium. On porte ensuite à l'ébullition et on verse alors 4 ou 5 centimètres cubes d'une solution de formol à 1 % ; au bout d'une minute environ, le liquide devient rouge vif, la solution colloïdale d'or est obtenue.

La neutralisation de l'acide sulfurique par l'eau de baryte donne naissance à un précipité dans les conditions ordinaires ; aussi convient-il, lorsqu'on veut obtenir du sulfate de baryum colloïdal, de prendre certaines précautions : on peut par exemple faire agir l'éthylate de baryum sur une solution d'acide sulfurique additionnée de glycérine ; la solution colloïdale se produit alors grâce à la viscosité de la glycérine qui s'oppose à la réunion des particules, et l'on peut ensuite étendre d'une grande quantité d'eau.

Enfin, un procédé qui réussit remarquablement dans le cas des métaux consiste à faire jaillir un arc électrique entre deux électrodes du métal considéré plongées dans un liquide. Le métal finement pulvérisé est projeté dans le liquide, donnant naissance à des colloïdes de faible concentration particulièrement stables.

D'où provient la stabilité des colloïdes ? — Comment se fait-il que certains de ceux-ci, les solutions d'albumine en particulier, puissent subsister pendant des années sans modification ? Cela résulte de ce que les dimensions de ces particules sont en équilibre sous l'action de deux causes: l'une qui tend à les augmenter, l'autre qui tend à les diminuer.

La cause qui tend à augmenter les dimensions des particules, à diminuer leur nombre, c'est la tension superficielle qui tend à grouper ensemble, le plus grand nombre de particules, pour diminuer autant que possible la surface de contact entre le solide et le liquide. Cette force est loin d'être négligeable, vu la petitesse des grains en suspension ; pour une solution d'or colloïdal contenant 50 milligrammes d'or par litre, et ayant des particules de 15 millionièmes de millimètre de diamètre, la surface de contact entre le liquide et l'or est environ de 1 mètre carré par litre, ce qui explique l'importance de la tension superficielle.

Quant à la cause qui tend à diminuer les dimensions des particules, à augmenter le nombre de celles-ci, à les réduire en poussière, elle est de nature électrique. L'existence de charges électriques dans un colloïde ne fait aucun doute: lorsqu'on plonge dans une solution colloïdale deux électrodes reliées respectivement aux deux pôles d'une pile, les granules se mettent en mouvement vers l'une des électrodes, toujours la même pour un même colloïde, et l'on peut ainsi diviser ceux-ci en colloïdes positifs (hydrate ferrique) et colloïdes négatifs (métaux, gommes). Le déplacement de ces granules peut s'observer à l'ultramicroscope, mais il est particulièrement aisé à voir lorsque le colloïde est coloré car on aperçoit le liquide s'éclaircir au voisinage d'une électrode et se foncer à l'autre. Puisque les particules sont sensibles à l'influence du champ électrique, c'est donc qu'ils portent eux-mêmes une certaine quantité d'électricité, et l'on démontre que sous l'action de celle-ci les granules tendent à se fragmenter, à augmenter leur nombre tout en diminuant leurs dimensions.

Un colloïde ne peut donc exister que s'il y a entre les actions superficielles et les actions électriques un équilibre stable. Aussi peut-on prévoir que l'addition d'une solution saline sera en général mortelle pour le colloïde, qu'elle produira sa coagulation ; c'est ce qui se produit; en effet, l'apport par l'électrolyte d'ions positifs et négatifs ayant pour conséquence de neutraliser plus ou moins la charge des granules et par suite, de lais-

Digitized by Google

ser la tension superficielle augmenter le diamètre de ceux-ci. L'addition de quelques gouttes d'acide à un colloïde suffit en général pour le coaguler.

***

Une des propriétés les plus curieuses des colloïdes métalliques, celle qui a eu le plus d'applications dans le domaine de la T. S. F. est la suivante : si on soumet à l'électrolyse un de ces colloïdes, et si l'une des électrodes est constituée par le métal même qui a servi à préparer ce dernier, tandis que l'autre facilement oxydable n'est pas attaquée par le liquide, le courant passera facilement de la première électrode à la seconde et sera arrêté en sens inverse.

Sur ce principe, on a immédiatement imaginé un redresseur de courant, le redresseur « Colloïd » comportant une solution colloïdale d'argent, une électrode du méme métal et une autre de nickel. La résistance de cet élément est très faible dans le sens du courant car le liquide est à base d'acide sulfurique concentré; elle est presque infinie en sens inverse. Si donc on le soumet à l'action d'un courant alternatif, celui-ci ne passera que dans un seul sens et l'on obtiendra la suppression d'une demi-période sur deux ; l'accumulateur placé en série se chargera de la même manière que s'il était directement alimenté par du courant continu.

Au fond, le redresseur à anode colloïdale est assimilable aux redresseurs à contacts solides, mais il en diffère par l'état finement pulvérisé de l'une des électrodes et par la présence d'un corps régulateur de la composition chimique des substances en contact. L'anode est en argent colloïdal, mais en réalité la couche en contact avec la cathode est transformée en sulfure d'argent grâce à la présence d'acide sulfurique concentré qui imprègne la masse et à l'échauffement local produit à la surface de contact par les innombrables étincelles de commutation qui y prennent naissance.

La cathode est actuellement constituée par un alliage de nickel et de silicium qui résiste parfaitement à l'action de l'acide sulfurique concentré. Sa surface est oxydée sous une épaisseur extrêmement faible, de l'ordre de grandeur des dimensions d'une molécule et cet oxyde, très résistant mécaniquement, est entretenu par la présence d'acide concentré. La concentration de cet acide est absolument nécessaire et il suffit par exemple de le laisser au contact de l'air pour que, absorbant l'humidité atmosphérique il attaque progressivement la cathode, diminuant ainsi l'efficacité du redresseur.

La mise au point du redresseur colloïdal a demandé de longues et de patientes recherches (André). Dans les premiers modèles étudiés l'anode était formée naturellement par le passage du courant dans le système « nickel — acide sulfurique — argent ». Mais les particules se détachant de l'argent venaient peu à peu combler l'espace compris entre les deux électrodes, de sorte qu'au bout de quelques minutes seulement la conductibilité unilatérale avec dégagement gazeux était remplacée par une conductibilité franche.

Puis, à la cathode de nickel on substitua, pour augmenter la résistance à l'attaque de l'acide et rendre possible la fabrication d'ampoules en verre, une cathode en ferro-nickel. Au lieu d'une anode formée naturellement on employa également une masse d'argent colloïdal préparée à l'avance par voie chimique.

Dans le modèle suivant, le ferro-nickel qui n'était pas absolument insensible à l'action de l'acide fut remplacé par un alliage de nickel et de silicium, en même temps que des précautions spéciales étaient prises pour éviter la dilution de l'acide par la vapeur d'eau atmosphérique. Cette dernière condition ne fut pas réalisée sans peine, car lorsque la fermeture est trop hermétique il se produit fréquemment pendant le fonctionnement des compressions internes et un déplacement relatif de l'anode et de la cathode.

Actuellement, la cathode oxydée à l'avance par voie électrolytique est fixée au moyen d'une bague au fond d'un tube métallique dont elle est isolée à l'aide de rondelles de mica bakélisé et cuit: Ce tube métallique contient l'anode colloïdale de façon qu'on n'ait à redouter aucun déplacement des électrodes. L'anode est recouverte de silice pulvérulente qui a pour rôle de maintenir en réserve une certaine quantité d'acide immobilisé.

Le bouchage du tube est effectué au moyen de rondelles d'amiante enduites de paraffine et de bakélite, isolées de l'aggloméré par une baguette de verre qui évite la propagation de l'acide par capillarité. Si, pendant le fonctionnement la pression intérieure s'élève, les gaz peuvent traverser les joints qui à chaud sont perméables ; pendant le refroidissement, la paraffine maintenue par l'amiante se prend en masse et reconstitue une fermeture étanche.

On voit combien de temps et de patience il a fallu pour mettre au point ce redresseur dont le principe était pourtant relativement simple et quelle ingéniosité ont dû déployer les ingénieurs qui s'étaient attaqués à cet intéressant problème.

Digitized by Google

La détection de puissance

par R. CUIN, ancien élève E. E. M. I.

o o o o o o

L'analyse de la détection par caractéristique de plaque a trouvé souvent place dans ces colonnes ; l'importance semble avoir été enfin comprise par les amateurs.

Actuellement, la détection de puissance est importante car elle procure des résultats nettement supérieurs.

L'article ci-dessous en précise un certain nombre à ce sujet.

Bien des articles ont été écrits sur la détection par caractéristique plaque, nous estimons utile de leur donner ce complément.

— Alors que la détection normale par la plaque utilisé des tubes de même type que ceux employés pour la détection grille, la détection de puissance se sert de tubes de résistance interne plus faible, de puissance *dissipée* allant de 0.15 à 0.3 watt environ et couramment utilisés en amplification basse fréquence. Voyons quelles sont les raisons qui militent en faveur de ce procédé :

Beaucoup d'auteurs conseillant la détection plaque pour sa pureté et le voltage élevé disponible après elle permettant d'attaquer directement des lampes de grande puissance, oublient une question très importante : les caractéristiques spéciales du dispositif de liaison réunissant le tube détecteur à l'amplificateur basse fréquence.

Il est une chose bien connue des techniciens : l'impédance d'une lampe montée en détectrice par la plaque est de deux à trois fois plus élevée que celle du même tube employé en amplificateur, ceci est une conséquence de la polarisation négative assez forte nécessaire pour faire fonctionner le tube au coude inférieur de sa caractéristique.

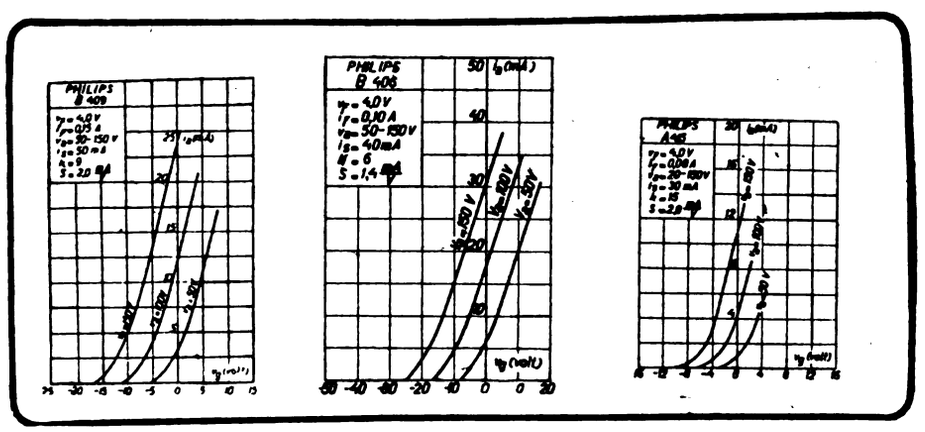
Le dispositif de liaison doit donc être adapté à la résistance interne élevée de la lampe.

Ceci est assez facile à réaliser et cependant bien peu d'auteurs ont traité cette question. D'après nos essais il est apparu que de l'emploi d'un transformateur tel que le Philips 4.003 étudié pour être placé après un tube A415 en détecteur grille ou amplificateur, il résultait une exagération des notes aiguës et un affaiblissement marqué des notes graves donnant une tonalité aigre à l'audition, quand le même tube était utilisé en détecteur par la plaque. Le remède facile à appliquer consiste à employer un autre modèle de transformateur, calculé par exemple pour être placé après des tubes de résistance interne de 15.000 à 25.000 ohms. Le transformateur Brunet Orthoformer répond à ces conditions et à la suite d'une lampe A415 détectant par la plaque, il donne des résultats parfaits. Un autre phénomène facilite l'adaptation de l'impédance du primaire du transformateur à celle du tube : l'impédance d'une self est d'autant plus forte que l'intensité du courant continu la traversant est plus faible (1). Revenons à notre étalon : le tube A415 en détection grille consomme environ 8 milliampères sous 70 à 80 volts alors qu'en détection plaque la consommation n'est que de 0,1 à 0,2 m. A. quelle que soit la tension plaque, l'impédance du primaire du transformateur est donc plus forte dans ce dernier cas. La pureté est également améliorée du fait que le noyau magnétique travaille loin de la saturation. Bref, la détection plaque réalisée convenablement semble d'après ce que nous venons de dire, n'avoir que des avantages ; le revers de la médaille a été indiqué par la plupart des auteurs qui en ont parlé : c'est son manque de sensibilité aux émissions faibles. Parmi les raisons qui déterminent ce manque de sensibilité, on peut citer la forme de la courbe caractéristique des tubes employés. Voyons celle du tube A415 (figure 1), on remarque que pour 150 volts à l'anode cette courbe présente un coude très prononcé et que à l'origine l'inclinaison est très faible et presque nulle, si on admet une polarisation négative de 12 volts on voit qu'une émission donnant une tension positive de 8 volts est nécessaire pour amener le fonctionnement de la lampe dans la région de la plus grande pente; pour des tensions inférieures à 6 volts la sensibilité est très faible, le courant plaque ne croissant que très lentement. Il y a donc un moyen de remédier à ce manque de sensibilité: c'est d'employer des lampes dont le coude inférieur de la caractéristique soit moins prononcé ainsi une petite variation de tension grille produit une plus grande variation de courant plaque et même si l'inclinaison maximum de la caractéristique n'atteint pas celle du tube A415, la sensibilité est plus grande. Les lampes répondant à cette condition ont en général une résistance interne plus faible que celle de la A.415. Nous avons essayé la B409, l'augmentation de sensibilité est très nette, un super à 3 étages moyenne fréquence essayé sur une émission lointaine écoutée de jour se révèle à peine moins sensible avec une détectrice de puissance B409 qu'avec une détectrice par la grille A415, de plus la pureté et la sélectrivité sont notablement améliorées sur des émissions puissantes la tonalité est supérieure à tout ce qu'on peut obtenir par la détection grille ou par la reproduction de disques phonographiques par un pick-up par exemple. Nous donnons plus loin une reproduction de la courbe de la B409, on voit qu'une variation de tension grille de 5 volts en partant de l'origine (sous 150 v) donne une variation de courant plaque de 3 milliampères, alors que pour la A415 en partant de l'origine une variation de 5 volts dans le sens positif augmente le courant plaque de 1,8 à 1,9 milliampère. On pourrait aussi employer la B406 qui serait plutôt un peu plus sensible que la B409 pour les tensions faibles; en effet, d'après sa courbe, pour une même variation de 5 volts elle semble donner un peu plus que la B 409 : 3,2 à 3,5 mA. On peut donc adopter soit l'un soit l'autre de ces tubes, les résultats seront sensiblement égaux. La B406 détecterait plus régulièrement que la B 409. D'autre part l'adoption d'une de ces deux lampes a un

(1) N. D. L. R. ceci est tout au moins très approché et valable pour des champs assez importants.

Digitized by Google

autre avantage : on peut très bien employer avec elles un transformateur B.F. de modèle courant prévu pour être placé après des tubes de 7.000 à 10.000 ohms de résistance interne. Nous avons ainsi utilisé le transformateur 4.003 de Philips-Radio et nous avons constaté qu'associé à une lampe B409 en détectrice de puissance les notes graves sont bien rendues et l'audition est parfaitement musicale quant aux notes aiguës avec un haut parleur convenable elles ne sont pas exagérées. Donc, nous pouvons dire que dès que l'on a une amplification haute fréquence suffisante, deux étages par exemple dont un au moins à lampe à écran de grille, il y a avantage au point de vue pureté et qualité de son à employer la détection de puissance qui permet de redresser des tensions haute



fréquence élevées sans aucune déformation et qui donne à sa sortie un courant proportionnel à la tension appliquée permettant ainsi sur des émissions puissantes de n'employer qu'un étage basse fréquence utilisant un ou deux tubes d'une puissance de 5 à 15 watts donnant de 1 à 3 watts modulés, la pureté est ainsi très grande étant donné qu'un étage ne déforme que très peu, la puissance est cependant suffisante pour d'assez grandes salles.

Pratique de la détection de puissance :

Avec les tubes que nous venons de conseiller, une tension anodique de 100 à 120 volts suffit dans la plupart des cas pour obtenir de bons résultats.

Une question importante est la valeur de la tension de polarisation à adopter. Avec une tension de 100 volts une polarisation négative de 12 à 18 volts est nécessaire pour une lampe B 409, une B406 exigera davantage : 18 à 25 volts. On remarquera que nous donnons des valeurs assez peu précises, la valeur varie légèrement d'un tube à un autre de la même série. D'autre part pour certaines lampes un réglage assez précis se montre nécessaire pour avoir soit la plus grande pureté, soit la plus grande sensibilité (la valeur est différente selon que l'on veut obtenir l'une ou l'autre qualité). Si l'on emploie une pile le moyen le plus simple consiste à connecter le pôle positif de la batterie au curseur d'un potentiomètre placé en parallèle sur le circuit de chauffage du tube détecteur, on peut ainsi faire varier la polarisation de 4 volts et de quantités aussi petites que l'on désire. La valeur de ce potentiomètre sera de 200 à 600 ohms. Mais ce moyen n'est pas toujours possible, un autre moyen, qui a l'avantage de supprimer la pile consiste à intercaler dans le pôle négatif de la source de tension plaque une résistance variable (voir à ce sujet notre article du N° 335). Bien entendu si on emploie une tension de plus de 100 volts, la polarisation doit également être augmentée.

Amplification basse fréquence.

Encore un point délicat : il ne faut pas oublier que, si pour des émissions puissantes ou proches on dispose derrière la détectrice de tensions téléphoniques de l'ordre de 25 à 40 volts et même plus, par contre sur des stations faibles ou lointaines on obtient bien moins ; un moyen bien simple consiste à employer un seul étage B.F. monté avec un tube pentode à grand coefficient d'amplification, il faut naturellement choisir une lampe pouvant admettre des variations de tension grille d'environ 30 volts ; ce moyen a un inconvénient : c'est que, pour les émissions faibles, on n'utilise pas toute la puissance du tube; naturellement le contrôle de puissance reste nécessaire. La liaison entre les tubes détecteur et amplificateur sera assurée par un transformateur de haute qualité, d'un rapport assez faible, (il n'y a aucun avantage à dépasser 1/3).

La lampe à employer est une E 443 qui admet une polarisation de 30 volts et pour les émissions puissantes on devra réduire l'amplitude des oscillations appliquées à sa grille. Si on se contente d'une puissance moins grande on pourra adopter une autre lampe : la C. 433 qui n'admet qu'une polarisation de 18 volts; bien entendu on n'utilisera alors souvent qu'une faible partie de l'énergie disponible derrière la détectrice. Mais un autre dispositif d'amplification se montre préférable, il consiste à employer deux étages d'amplification B.F. Le premier devra utiliser un tube de moyenne puissance fonctionnant sous 150 à 200 volts à l'anode et admettant une assez forte polarisation, un tube très recommandable est le B403 qu'on polarise à 30 volts. A défaut on emploiera une lampe B405 admettant une tension grille de 18 volts. Le dispositif de liaison sera par exemple une self de choc d'impédance convenable et possédant une faible capacité répartie. La tension alternative est appliquée à la grille de la lampe suivante par l'intermédiaire d'un condensateur de 0,2 à 0.5 m. F. et la polarité de la grille du tube de sortie sera donnée par l'intermédiaire d'une self de même impédance que la self de plaque. La lampe de sortie devra admettre une polarisation de 80 à 90 volts; le tube F.704 convient parfaitement sa polarisation sous 450 volts à l'anode devant être de 84 volts. La puissance modulée disponible à la sortie atteint alors 4 watts. L'amplification devra comporter les dispositions suivantes: 1 une commande de volume placée directement derrière la détectrice, qui servira à limiter la tension appliquée à la grille de la lampe suivante ; 2° un inverseur éteignant la première lampe et la mettant hors circuit. Ainsi quelle que soit l'énergie disponible après la détection il est possible d'en être maître pour obtenir le maximum de pureté en ne surchargeant pas les lampes. Beaucoup de lecteurs trouveront qu'une tension de 450 volts est exagérée pour un récepteur de T. S. F. On pourrait utiliser des tubes de puissance moindre que l'on montera en push-pull, tubes se contentant d'une tension plaque plus faible 200 à 250 volts par exemple. On peut essayer d'employer deux tubes D.404 à la sortie. Dans ce cas le dispositif de liaison sera presque obligatoirement un transformateur, on choisira un modèle de faible rapport 1/2 au maximum. Quant à la polarisation à employer elle sera telle que chaque tube fonctionnera à partir du coude inférieur de sa caractéristique.

Haut-Parleur :

Il est nécessaire d'employer un appareil de première qualité si l'on veut se rendre compte de la valeur de ce dispo-

Digitized by Google

sitif. Un électrodynamique est tout indiqué, d'ailleurs c'est à peu près le seul appareil qui peut supporter une énergie de 4 watts, maximum disponible à la sortie. Derrière une trigrille, surtout la C.443, un magnéto-dynamique peut convenir.

Conclusion.

Quand on veut disposer d'une grande puissance avec le maximum de pureté, il convient d'adopter la détection de puissance avec une amplification haute fréquence suffisante. La pureté et la qualité de son dépasse tout ce qu'on peut obtenir par les autres moyens dont on dispose actuellement. Ses avantages sont vraiment intéressants et nous espérons que ce modeste article engagera ceux qui l'auront lu à en faire au moins l'essai, nous serons heureux de connaître leurs remarques et résultats.

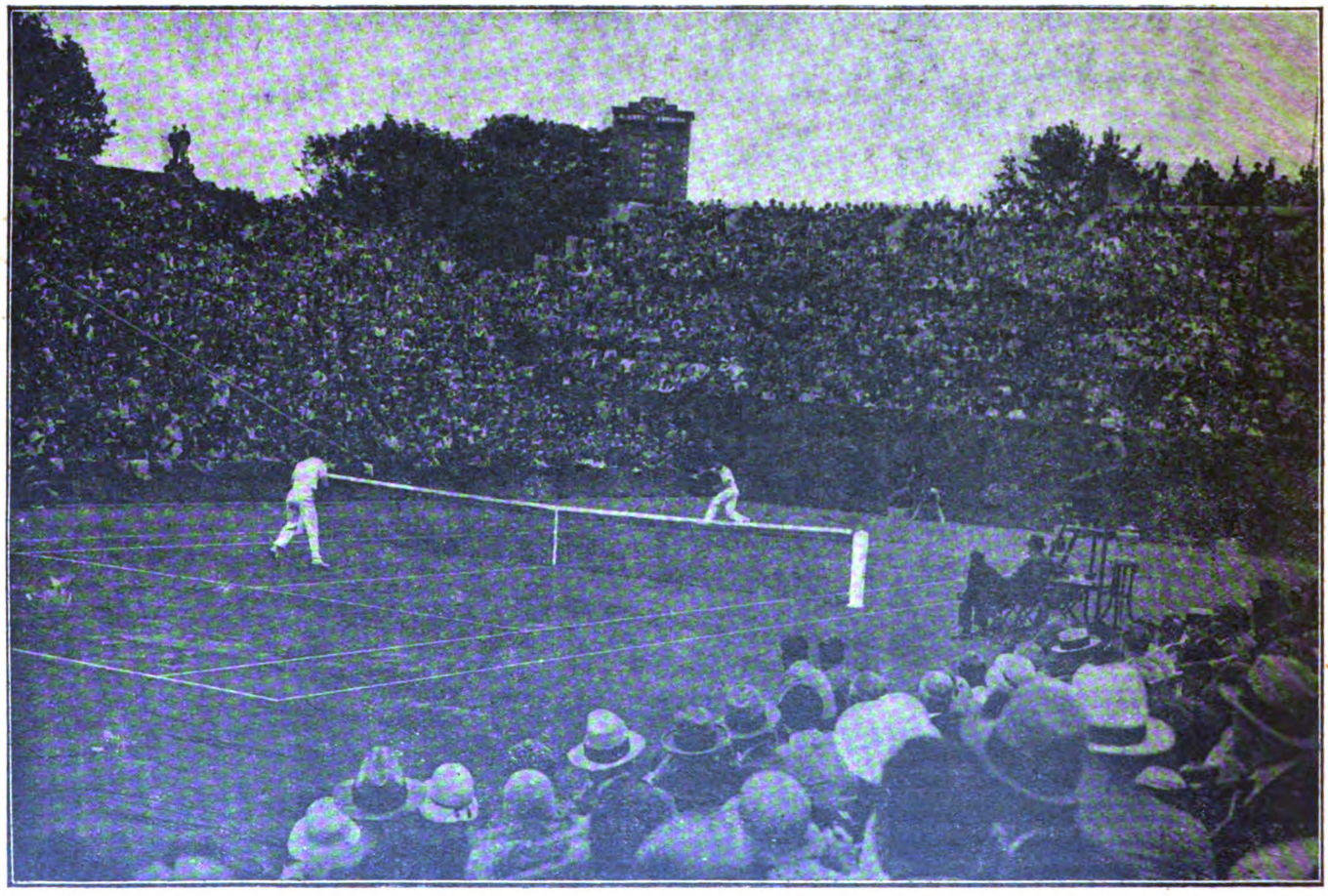
R. CUIN.

Ancien élève E.E.M.I.

Appendice.

Les tubes que nous avons signalé pour la détection sont ceux que nous avons utilisé pour nos essais. Il est évident qu'on peut obtenir des résultats à peu près semblables avec les tubes correspondants d'autres marques, à condition que leurs caractéristiques soient presque rigoureusement semblables. Nous donnons ci-dessous un tableau des lampes répondant approximativement à ces conditions.

PHILIPS	VISSEAUX	METAL	FOTOS	ZENITH	RADIO-TECHNIQUE	TÉLÉFUNKEN
A. 415	R.O. 4.215	D. Z. 1508	D. 15	L. 408	R. 76	RE 084
B. 409	R.O. 4.309	D.X. 804	D. 9	U. 415	R. 85	RE 134
B. 406	R.O. 4.206	D.Y. 604			R. 77	RE 114
B. 405	R.O. 4.305	D.X. 502	D. 5	U. 418		RE 124
C. 443		D.W. 702	F. 100		R. 89	
D. 404				P. 450		RE 604
E. 406						
F. 704		C. L. 1257	P. 20	P. 720		RV 218



Finale de la Coupe Davis

Digitized by Google

Un ensemble émetteur-récepteur de 10 watts

Par ANDRÉ PLANES-PY

Réunir dans une même ébénisterie, les circuits émetteur et récepteur sans que le fonctionnement de l'un ou l'autre en soit modifié et pour permettre de pouvoir passer de l'émission à la réception devrait constituer un idéal pour l'amateur.

Ce point de vue semble méconnu de la majorité et c'est la raison qui nous amène à traiter ce sujet sous la plume particulièrement autorisée de F. 8 E. I.

Réunir dans une même ébénisterie tout en les laissant indépendants et accessibles, les deux circuits émetteur et récepteur est une formule à notre avis trop méconnue des amateurs et qui comporte entre naints avantages celui de diminuer l'encombrement dans de grandes proportions. Toutefois, il importe que la netteté de la présentation ne soit pas obtenue au détriment du rendement de chaque appareil.

La disposition que nous avons adoptée pour notre usage personnel (Fig. 1) en vue de la réalisation d'un ensemble de faibles dimensions pouvant être utilisé également comme poste portatif nécessite une ébénisterie fermée en noyer fort mesurant 46 cm. de haut, 37 de large et 31 de profondeur, divisée en deux parties égales dans le sens de la hauteur par une planchette (doublée d'une plaque métallique). On dispose ainsi de deux compartiments dont l'un, celui de la partie supérieure, remfermera l'émetteur, et l'autre — partie inférieure — le récepteur. Chaque circuit est monté sur une planche de base et un panneau avant réunis par deux équerres bois formant ainsi tiroir, il s'engage sans jeu dans son logement respectif.

LE RECEPTEUR

Le récepteur employé a déjà été décrit dans tous ses détails dans les nos 75 et 76 (« un récepteur pour les bandes 10, 20, 40 et 80 mètres »). On reverra notamment le plan de cablage donné page 27 du N° 76 sur le principe duquel sera déterminé celui du circuit émetteur.

Sauf la borne antenne disposée sur le panneau avant et directement réunie à

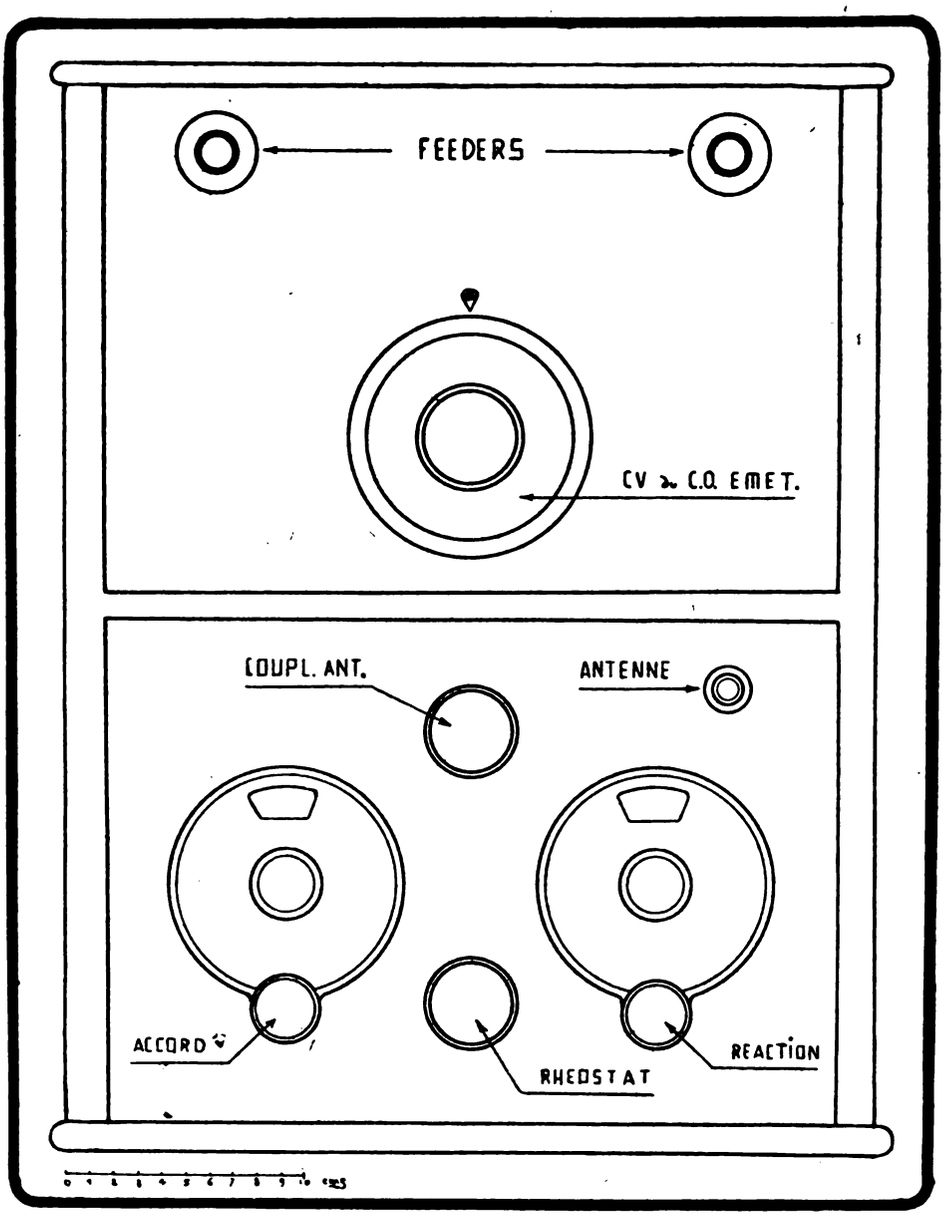


FIG. 1

Digitized by Google

l'intérieur au condensateur C.3 de couplage aérien, toutes les connexions : courants et casque, sont disposées à l'arrière.

Nous n'avons donc rien à ajouter ni à modifier à ce circuit sur lequel les N° 75 et 76 donnent tous renseignements techniques et pratiques désirables. A l'aide de ses 4 jeux de bobines interchangeables il permettra la réception des bandes de 9 à 100 mètres.

L'EMETTEUR

Nous avons utilisé le circuit classique « H. 29 » dont une nouvelle description est donnée actuellement dans « L'Antenne ». Le schéma est reproduit par les Fig. 2 et 3 selon qu'il est prévu pour fonctionner avec batterie ou par l'alternatif brut au chauffage. La modification apportée dans le second cas consiste uniquement à opérer le retour de grille au point milieu d'une résistance de filament dite « Center Tapped » et à éloigner les connexions de chauffage — en fils torsadés — des circuits de grille et de plaque.

Si on ne dispose pas de résistances de filament, on peut effectuer le retour de grille à une prise médiane prévue sur le secondaire du transformateur de chauffage mais il est alors parfois plus difficile d'éviter une légère modulation de l'onde. L'emploi de la prise médiane suppose un transformateur de chauffage fournissant exactement la tension nécessitée par le tube sous l'intensité absorbée par celui-ci, la résistance « center tapped » donne la faculté de pouvoir employer n'importe quel type de lampe oscillatrice, le retour s'effectuant toujours à un point de potentiel nul.

Les selfs du circuit oscillant (G.-P.) et d'antenne (A) sont constituées par des enroulements cylindriques à une seule couche en tube de cuivre de 5 à 6 mm. de diamètre, elles sont coaxiales et placées à une distance variable selon la puissance mise en jeu, le type de l'aérien et le but recherché. Avec une antenne accordée des types Zeppelin, Hertz ou Levy on prévoira un coupage faible entre A et G-P: une distance de 3 à 5 cm. est normale pour une à deux spires en A.

L'émetteur des Fig. 2 et 3 est du type moderne dit « à grande capacité » pour que l'onde émise — toutes autres précautions utiles prises — puisse présenter la stabilité rigoureuse exigée par les communications lointaines et l'efficacité indispensable en cas d'utilisation en circuit portatif travaillant forcément à une faible puissance : le condensateur variable C. 1 aura une valeur de 0,5/1000 pour la bande des 7000 K. C. et de 0.25 à 0,3/1000 pour celle des 14.000 K. C. on aura intérêt à le munir d'un bon démultiplicateur pour faciliter les réglages. Pour une puissance utile jusqu'à 10 watts environ, il n'est pas besoin de prévoir un écartement anormal des lames et un bon

BANDE	Capacité C. I. mise en jeu	SELF G-P						Distance entre A et G-P
		Nombre de spires	Pas en mm.	Diam. du tube	Nombre de spires	Pas	Diam. du tube	
7000 KC (40 m)	0,5	5	10	5 à 6 mm.	1 à 2	10	5 à 6	2 à 5 cms
14000 KC (20 m)	0,25	3	—	—	1	—	—	—

organe de réception peut être employé, il devra toutefois être parfaitement isolé pour la haute fréquence.

Les caractéristiques des selfs G.-P. et A employées pour les bandes 40 et 20 mètres sont données dans le tableau ci-dessus .

Le condensateur C. 2 aura 4/1000 de M. F. et devra être isolé au moins à trois fois la tension qu'il est appelé à supporter. Il est bon de faire remarquer que dans le cas où la tension anodique est obtenue par le secteur alternatif redressé et filtré, la marge de sécurité devra

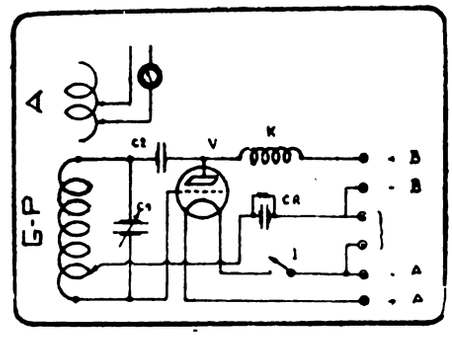


FIG. 2

être plus grande, la tension à vide dépassant d'une centaine de volts, quelquefois davantage, celle mesurée lorsque l'émetteur est en fonctionnement. Un isolement

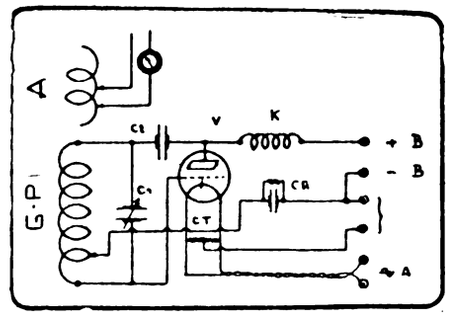


FIG. 3

à 1.500 volts continus suffit cependant pour une lampe de 5 à 10 watts travaillant sous 4 à 500 volts.

Le self de choc K devra être d'une efficacité reconnue pour les fréquences mises en jeu, c'est-à-dire s'opposer au passage des ondes comprises entre 15 et 50 mètres. Le condensateur shunté C-R aura les valeurs usitées en pareil cas, condensateur de 2 à 3/1.000 type réception et résistance de 8 à 12.000 ohms du type « ajustable » (pour polarisation par exemple). La présence de ces deux organes n'est nécessaire que lorsque la tension appliquée à la plaque de la lampe dépasse une certaine valeur, il diminue le débit du courant anodique et améliore le rendement.

Le circuit sera monté d'une façon simple et dégagée en observant toutes les conditions d'isolement voulues selon la disposition de la Fig. 3. Nous avons trouvé une amélioration réelle en remplaçant l'ébonite ou la bakélite par le quartz, partout où il importe d'éviter les fuites de haute fréquence.

La Fig. 5 représente un schéma d'alimentation totale sur le secteur dont les différentes valeurs sont données dans le tableau ci-dessous :

T = S. 1 = 400 + 400 volts — 100 M. A.
S. 2 = 2 + 2 volts — 2 amp.
S. 3 = 4, 6 ou 8 volts 2 amp. suivant le type de lampe employé, avec ou sans prise médiane.

V.1-V.2 = Valves monoplaque 400 volts courant alternatif maximum — filament 4 volts 1 amp. débit 80 M. A.

I.1-I.2 = 50 henrys 100 M.A. (débit normal).

C.1 = 4 M.F. isolé à 750 volts (avec dispositif de protection).

C.2-C.3 = 2 M.F. isolés comme C.1.

Ce circuit pouvant fournir une tension de 380 volts sous une intensité maximum de 80 à 90 M.A. peut donc être utilisé si on adjoint à l'émetteur un dispositif de modulation par choc. Une telle alimentation est absolument parfaite et

Digitized by Google

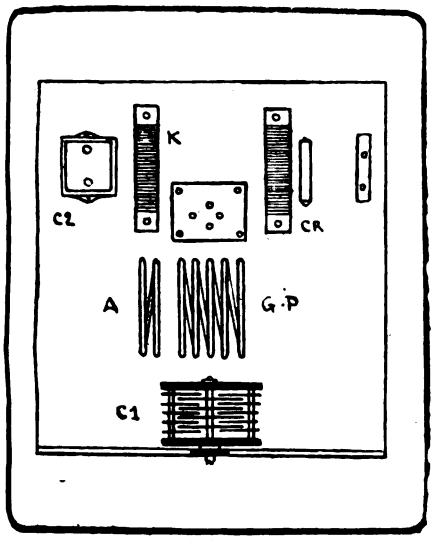


FIG. 4

n'exige aucun entretien, les valves travaillant dans leurs caractéristiques ayant une durée très grande.

Pour protéger efficacement les capacités contre tout survoltage temporaire du réseau ou pendant la manipulation lorsque le circuit d'utilisation est ouvert, on aura intérêt à prévoir un léger débit à vide, débit qui sera obtenu au moyen d'une résistance placée en parallèle sur les bornes de sortie du circuit d'alimentation.

Dans notre série d'articles sur le « H. 29 » en cours de parution actuellement dans « l'Antenne » nous conseillons également l'emploi de lampes veilleuse au néon type alternatif qui offrent sur la résistance l'avantage de n'absorber aucun courant lorsque la tension n'atteint pas une certaine valeur. Ici 4 tubes connectés en série suffiront; pour une tension de 380 volts environ en charge ils ne s'amorceront pas, lorsque le circuit d'alimentation travaillera à vide ils s'illumineront et stabiliseront la tension aux environs de 450 volts. On peut alors employer sans crainte des capacités isolées à 700 volts seulement.

Les voltages dont nous parlons (en charge et à vide) peuvent sembler plus élevés que ceux que le raisonnement permettrait de déterminer puisque nous indiquons que l'enroulement S.1 doit donner deux fois 400 volts. En réalité les constructeurs indiquent — et doivent indiquer — la tension fournie par le transformateur lorsque celui-ci débite le courant normal pour lequel il a été prévu, dans notre cas 100 millis. En outre, les transformateurs de ce genre, vu le prix modeste auquel ils peuvent être livrés aux amateurs présentent rarement les caractéristiques portées sur les catalogues et les chiffres relevés varient parfois de façon sensible d'un échantillon à un autre.

Le schéma de la Fig. 5 indique un filtre à deux cellules, nous avons choisi ce schéma de filtrage en raison de sa parfaite efficacité; deux selfs de 50 henrys et 8 M.F. donneront un courant parfaitement continu alors qu'une seule inductance et 12 M.F. peuvent laisser apparaître une légère modulation de l'onde. Il va sans dire qu'une seule cellule peut être employée si les résultats obtenus sont satisfaisants, on devra dans ce cas choisir une inductance prévue pour une intensité de courant 4 à 5 fois supérieure à celle qui doit la traverser normalement.

Ce circuit convient très bien dans le cas d'un poste portatif: l'alimentation du récepteur étant dans ce cas assurée par piles sèches, toutefois il ne faudra pas s'étonner si la note reste très légèrement ronflée par suite du voisinage de tous les enroulements sur un même noyau magnétique. Il est préférable d'alimenter le filament de la lampe oscillatrice au moyen d'un second transformateur séparé.

Les Figures 1 et 3 donnent toutes les indications nécessaires au montage: les fils de connexions sont disposés à l'arrière et ainsi dissimulés à la vue, s'ils sont prévus de longueur suffisante on pourra tirer à soi chaque circuit pour procéder à une vérification quelconque: changement de lampe ou de bobinage, etc...

L'interrupteur commandant l'allumage de la lampe oscillatrice et la mise en état de fonctionnement du circuit d'alimentation (prévu dans un coffret métallique séparé) est du type dit « coupe fil » en série dans le fil de prise de courant.

Le manipulateur sera branché à la plaquette prévue à cet effet à droite sur le plan de la Fig. 3 par deux connexions courtes traversant le panneau latéral au moyen de « passages de fil ».

Enfin il sera prudent de doubler par une plaque métallique le plancher médian séparant le circuit émetteur de celui récepteur afin d'éviter toute induction sur les selfs du récepteur durant les émisions.

André Pleus - F4

(F 8 E I)

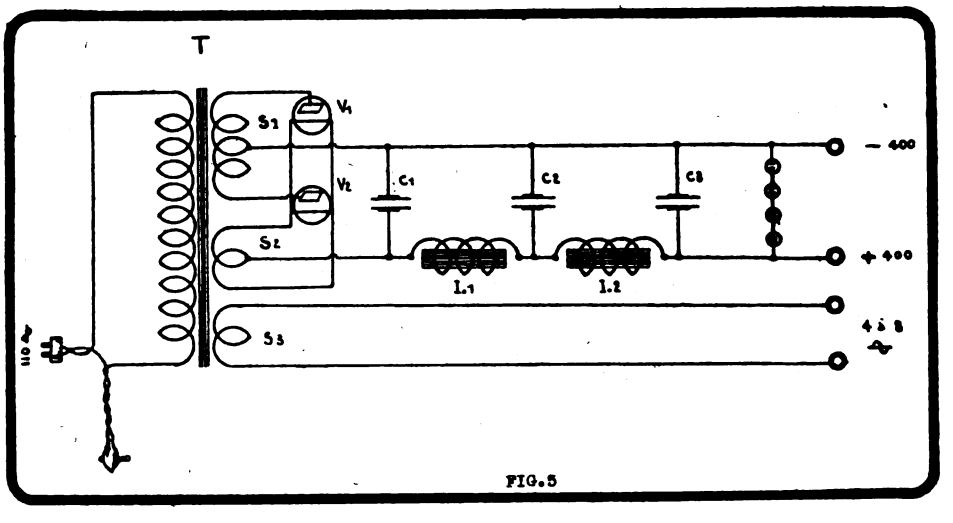


FIG. 5

Digitized by Google

Le Sténode Radiostat

par TEYSSIER

Dans son numéro 375 du 1er Juin l' « Antenne » a annoncé à ses lecteurs la naissance d'un nouvel appareil récepteur à lampes baptisé le Radiostat. Cet appareil ultrasélectif fait actuellement l'objet de nombreuses études dans toute la presse Radio-Européenne. Nous avons eu la bonne fortune de trouver quelques descriptions de ce récepteur et nous avons décidé d'en faire bénéficier nos lecteurs. Nous ajoutons que nous n'avons pas construit nous-même cet appareil et que nous ne pouvons donc avoir aucune opinion personnelle sur ses qualités et son fonctionnement.

LE Sténode Radiostat est l'œuvre du Docteur Robinson, ancien directeur du « Wireless Laboratory of the British Royal Air Force », autrement dit du Laboratoire de T. S. F. de l'Aéronautique militaire Britannique.

Comme l' « Antenne » l'a déjà exposé, cet appareil a la prétention de séparer deux émissions voisines différentes de 1 kilocycle. A priori, cette prétention semble absurde puisque les notes les plus élevées de la musique atteignent 10.000 kilocycles et que nous désirons les recevoir. D'autre part, la technique de la T. S. F. enseigne que la modulation d'une onde porteuse produit une sorte de débordement double de cette onde d'une quantité égale à la fréquence de l'onde musicale transmise. Il a donc paru jusqu'ici indispensable de réaliser des appareils permettant de recevoir les bandes latérales de modulation. Le problème de la sélectivité consistait donc à réaliser des circuits à courbes de résonance plus ou moins carrées permettant de recevoir avec une amplification constante toute une bande de modulation, puis d'accuser au delà une brusque résistance. Il ne pouvait donc être question de sélectivité à 1 kilocycle près, sous peine de n'admettre dans l'appareil que les notes élevées. Cette théorie de la modulation est universellement enseignée et admise. La Conférence de Prague la rendant officielle décidait même que deux postes de radiodiffusion susceptibles d'être reçus dans une même région devraient différer d'au moins 9 kilocycles.

Le docteur Robinson fait-il fi de cette théorie ? Devant une assemblée d'ingénieurs il fit l'expérience suivante :

Un récepteur radiophonique de bonne qualité fut réglé sur la station de Londres et l'audition mise au point de manière à donner une réception en fort haut-parleur. Dans la même pièce on installa un petit émetteur puissant et on régla cet émetteur jusqu'à ce que par suite de l'interférence la réception de Londres ait été complètement étouffée. A ce moment, le docteur Robinson alluma son récepteur Radiostat et obtint Londres avec une netteté parfaite sans être gêné par le poste local.

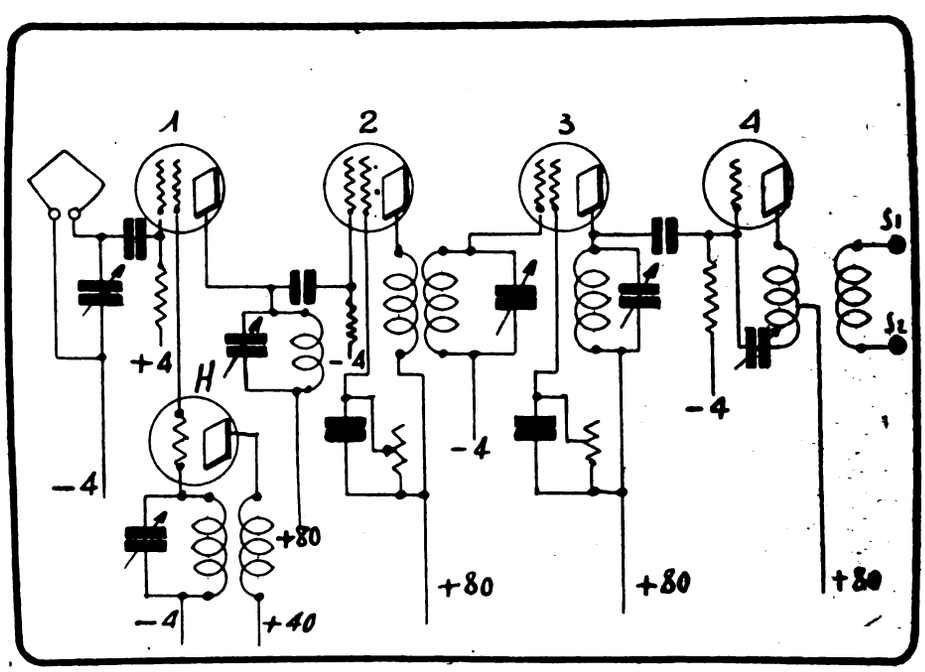


FIG. 1

L'expérience était importante. Elle fut cependant critiquée parce que le petit poste brouilleur n'était pas modulé ! La critique paraît bonne. Cependant elle n'a pas empêché une société de se former pour exploiter ce procédé.

Nous n'en savions pas plus long il y a quelques jours. Or voici qu'une nouvelle documentation vient de nous parvenir. Le docteur-ingénieur W. Reisser directeur de la Centrale de Réception Radiophonique de la « Société Allemande Radiophonique » publie dans le périodique « Der Deutsche Rundfunck », nos 22 et 23 son opinion sur le Radiostat. Cette opinion est largement commentée par la revue polonaise « Radio » du 29 Juin.

Le docteur Reisser donne le schéma et le principe de fonctionnement de l'appareil tel qu'il l'a vu dans le laboratoire du docteur Robinson. Il déclare toutefois qu'il ne pourra donner son opinion personnelle qu'après avoir essayé lui-même l'appareil dans son propre laboratoire.

Le docteur Robinson reproduisit devant M. Reisser les expériences citées plus haut. Il réussit même à séparer deux stations lointaines très voisines, dont l'interférence était perceptible dans un récepteur ordinaire. Il ne réussit pas cependant à faire des essais compara-

Digitized by Google

tifs de qualité à cause des brouillages des réceptions effectuées au centre de Londres. Cependant, le docteur Reisser reconnaît que la réception de la station locale de Londres était très bonne.

Des mesures de précision vont être effectuées sous peu à Berlin sur cet appareil.

Les ingénieurs de la « British Radiostat Corporation » prétendent que le fonctionnement de ce récepteur n'infirme nullement la théorie des bandes de modulation, mais montre que la seule réception de l'onde porteuse et d'une très petite quantité des bandes latérales suffit à traduire toute la modulation, pourvu qu'elle soit convenablement amplifiée !

Nous allons essayer de voir par nous-même comment peut s'expliquer le fonctionnement de ce mystérieux appareil.

PRINCIPE DU RADIOSTAT

L'appareil comprend essentiellement trois parties :

1) Le récepteur proprement dit changeur de fréquence.

2) Un filtre spécial de moyenne fréquence.

3) Un détecteur et un amplificateur spécial de basse fréquence.

1) *Le changeur de fréquence.*

La figure 1 indique le montage du changeur de fréquence. Il est à hétérodyne séparée, mais il est vraisemblable qu'il n'y aurait pas grand inconvénient à utiliser une simple bigrille. Le docteur Robinson utilise d'ailleurs un accouplement assez curieux d'une lampe à grille-écran et d'une lampe ordinaire. La lampe à grille-écran sert de lampe d'entrée et le cadre attaque la grille de contrôle de la lampe. La grille-écran sert de grille de modulation et la tension alternative nécessaire lui est fournie par une lampe hétérodyne séparée. Cette hétérodyne n'a rien de particulier et son montage est un simple montage à réaction électromagnétique. La plaque de la lampe à écran d'entrée recueille donc le courant transformé déjà de moyennes fréquences et son amplification ou plutôt sa transmission à la lampe suivante est assurée au moyen d'un circuit résonnant sur cette moyenne fréquence.

Un amplificateur de moyenne fréquence suit cette lampe d'entrée. Il est constitué par trois lampes dont deux à écran et une troisième neutrodynée. Les deux lampes à écran sont couplées entre elles par un transformateur de moyenne fréquence, tandis que toutes les autres liaisons sont faites par capacité. La particularité la plus curieuse de cet amplificateur qui, en somme, ne paraît pas très nouveau est une résistance variable et réglable permettant d'ajuster à sa meilleure valeur la tension des grilles-écrans. Cette résistance est soigneusement shuntée par une capacité pour éviter tout accrochage parasite.

Les tensions de moyenne fréquence sortent de cet amplificateur par un dernier transformateur de moyenne fréquence de sortie. Elles sont alors envoyées dans le filtre à quartz.

2) *Le filtre spécial de moyenne fréquence.*

La figure 2 indique le schéma de montage de ce filtre. Les tensions

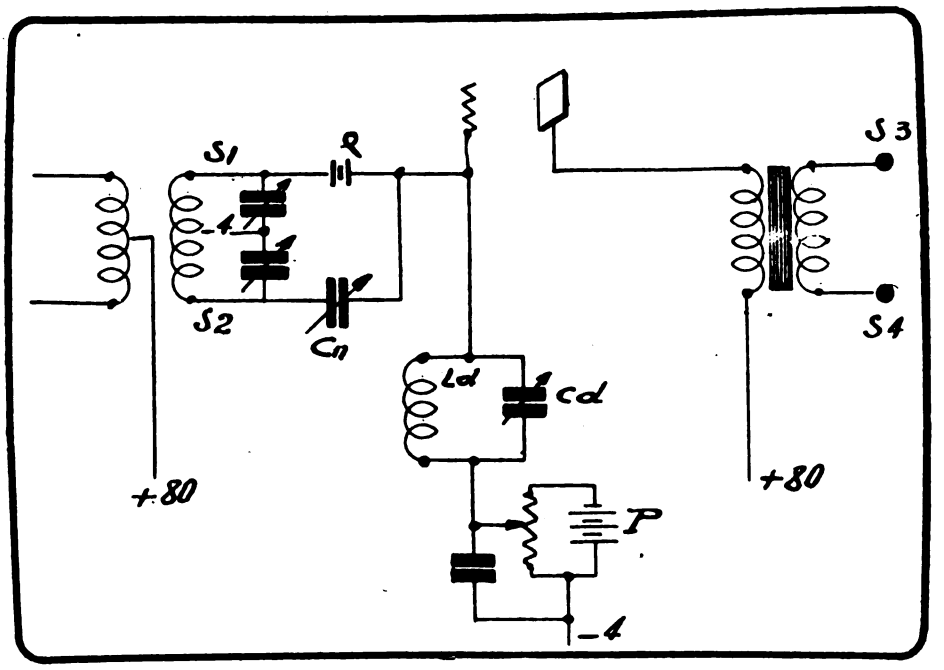


FIG. 2

fournies par le primaire du dernier transformateur de moyenne fréquence, sont recueillies par un secondaire accordé très soigneusement au moyen d'un condensateur à double armature dont le rotor est relié au négatif du filament, c'est-à-dire au point neutre de l'appareil. Les tensions développées aux bornes de ce circuit sont transmises à la grille de la lampe détectrice par l'intermédiaire d'un cristal de quartz dont la fréquence propre est égale à la moyenne fréquence adoptée pour l'amplificateur, c'est-à-dire à 100 kilocycles par seconde, ce qui correspond à une onde de moyenne fréquence de 3.000 mètres. On remarquera que cette onde est plus courte que l'onde généralement adoptée dans les postes français.

La caractéristique de conductibilité d'un cristal de quartz en fonction de la fréquence est très aiguë. Le filtrage est donc très vigoureux, tellement qu'il semble que l'onde porteuse seule doive passer presque à l'exclusion de toute modulation. Pour éviter tout passage de courant par la capacité de l'enveloppe du cristal un petit condensateur de neutrodynage Cn a même été prévu.

Le cristal de quartz a la forme d'un cercle de la taille d'une pièce de deux francs, mais d'une épaisseur au moins deux fois plus forte. La résonance de ce quartz est telle que le docteur Robinson estime que le filtrage doit être tel que les fréquences différant de la fondamentale de plus de 50 périodes ne passent pas. Le décrément d'amortissement de ce circuit à quartz doit être d'environ 0,00004 tandis que le décrément d'un bon circuit résonant sur la même onde de 3.000 mètres est de l'ordre de 0,03.

Le docteur Robinson a d'ailleurs déclaré qu'il n'utilisait le quartz que temporairement et qu'il avait l'intention de le remplacer ultérieurement par un montage à lampe spécial.

Le filtre à quartz transmet les oscillations à la grille d'une lampe détectrice comme dans tous les changeurs de fréquence. La détection se fait dans cet appareil en utilisant la caractéristique de plaque. Pour cela le point de fonctionnement est fixé par un potentiomètre et la grille est maintenue à un potentiel de grille élevé au moyen d'un circuit résonant Ld, Cd.

Après détection le courant de basse fréquence est transmis à un amplificateur de basse fréquence par un transformateur du modèle courant.

3) *L'amplificateur spécial de basse fréquence.*

Le filtrage aigu du circuit à quartz ne laisse passer, avons-nous vu que les fréquences les plus voisines de l'onde porteuse. Les fréquences les plus basses de modulation passent donc néanmoins convenablement mais les fréquences les plus élevées sont très atténuées. Après détection, la déformation est donc assez considérable. Pour rétablir la balance

Digitized by Google

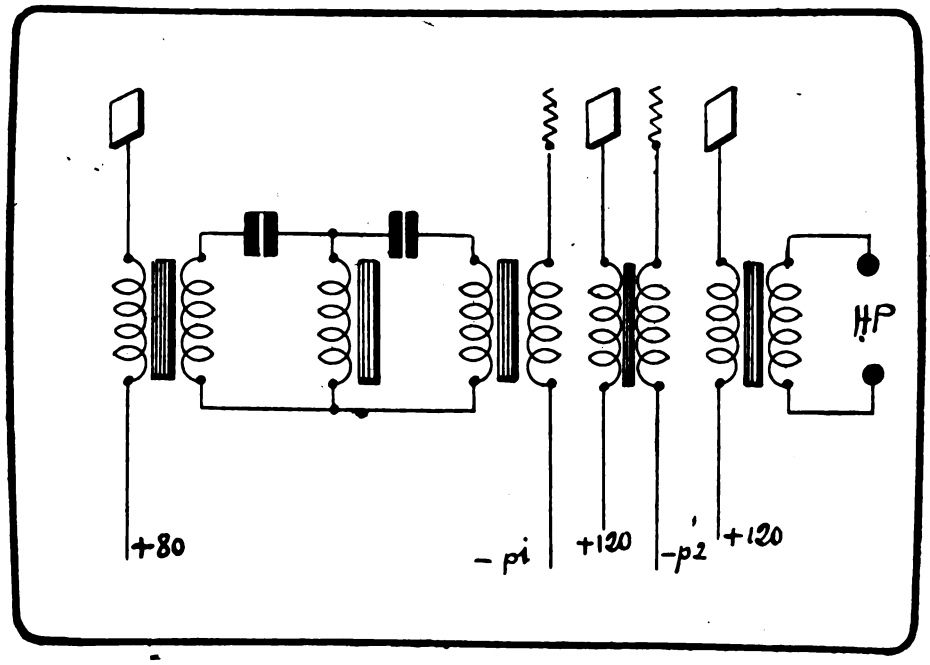


FIG. 3

des valeurs entre les fréquences basses et les fréquences élevées il faut maintenant amplifier fortement les fréquences élevées et n'amplifier que très peu les fréquences basses. C'est le rôle du filtre spécial de basse fréquence.

Quand après le filtre l'équilibre est rétabli entre les fréquences, il suffit de tout amplifier uniformément pour obtenir une puissance d'audition excellente.

Tels sont les détails que nous avons eus sur le nouveau récepteur qui fait tant de bruit de l'autre côté de la Manche. Il semble d'ailleurs que les idées qui ont présidé à l'établissement de ce modèle soient excellentes. Il reste à savoir si le prix d'établissement de cet appareil ne sera pas un obstacle considérable à sa vulgarisation. Dès maintenant s'il répond bien aux caractéristiques que nous avons données, ce doit être un appareil pour professionnel de premier choix, peut-être pas encore un appareil d'amateur, malheureusement !

G. TEYSSIER,
Ing. Radio E. S. E.

Fête des Trois Glorieuses à l'Hôtel de Ville
Discours de M. TARDIEU

Digitized by Google

L'Isolement et la protection des Transformateurs (1)

par Allen JOHNSON (2) et Edwin S BUNDY (3)

Résumé de la Communication faite par les auteurs à la Réunion d'été de l'A. I. E. E., à Toronto (Canada) Juin 1930.

Traduction de Serge Philippe.

N. D. L. R. — Devant la nouveauté du procédé employé, la rédaction a jugé indispensable de donner au lecteur une traduction complète de cet intéressant article.

Les auteurs exposent dans cet article les raisons qui les ont amenés à adopter les conclusions exposées dans un travail de MM. Montoinger et Dann, sur les rapports qui doivent exister entre l'isolement des transformateurs et l'isolement des lignes de transport de force qui y aboutissent.

Ils dégagent d'abord les considérations générales qui déterminent d'une part les qualités que doit présenter l'isolement des lignes de transport de force, d'autre part les qualités de celui des transformateurs.

Ils concluent en disant que l'isolement des lignes de transport de force est toujours un problème particulier qui ne peut être standardisé, alors que l'isolement des transformateurs est uniquement un problème de construction pure qui doit être standardisé. Il semble difficile d'établir un rapport quelconque entre les deux systèmes d'isolement, d'où nécessité de mesures spéciales au point de contact des lignes et des transformateurs. Des considérations générales sur le choix de ces mesures sont exposées brièvement.

Les auteurs expriment l'idée qu'il est préférable dans ce genre de questions, de s'en tenir aux procédés qui donnent entièrement satisfaction à l'usage plutôt que de se lancer dans des recherches au laboratoire qui ne donneraient sûrement satisfaction qu'après une longue expérience.

L'article est terminé par la description du système d'isolement par intervalles employé à la satisfaction de tous depuis vingt-cinq ans par la Buffalo Niagara and Eastern Power Corporation. Ce système peut être employé dans tous les cas et il assure toujours une protection efficace.

INTRODUCTION

L'OBJET de cet article fut déjà porté à la connaissance de l'A. I. E. E. en 1928 par deux communications, l'une de M. Lewis (4), l'autre de M. Ph. Sporn (5). Ces deux communications furent envoyées à la Sous-Commission des Transformateurs de la Commission des Installations électriques. Après une étude approfondie, la Sous-Commission proposa, dans le but de l'insérer dans le recueil des standards établis par l'Institut, une définition du standard des transformateurs dans certaines conditions de résistance à un afflux supplémentaire et accidentel d'énergie. Les propositions de la Sous-Commission étaient contenues tout au long dans le travail dû à MM. Montoinger et Dann.

Depuis, le problème s'est modifié par suite de la tendance actuelle qui vise à augmenter l'isolement des lignes de transport de force bien au delà de la valeur qu'il avait à cette époque et la question se pose de savoir s'il faut accroître parallèlement la valeur de l'isolement des transformateurs ou se contenter de standardiser leur établissement.

Le but de cet article est d'exposer les considérations générales qui ont amené les auteurs, dont l'un est membre de la Sous-Commission des Transformations, à prendre parti pour la solution qu'ils proposent. Ces considérations traitent : 1° des facteurs principaux qui semblent devoir déterminer le choix du degré d'isolement à réaliser pour les lignes de transport de force d une part, pour les transformateurs d'autre part ; 2° d'une expérience d'application pratique d'un système analogue à celui qu'ils proposent.

Les facteurs qui doivent servir à déterminer le choix du degré d'isolement d'une ligne de transport de force

Il est à l'heure actuelle universellement reconnu que si l'on désire qu'une ligne de transport de force soit toujours en état d'être utilisée par ses usagers, il est indispensable qu'elle soit isolée, bien plus contre les décharges atmosphériques que contre les survoltages provenant d'accidents techniques. Le degré d'isolement à réaliser est donc un problème particulier à chaque ligne et dépend de plusieurs facteurs.

Dans une région donnée, si l'on peut savoir par les statistiques, combien d'o

(1) By courtesy of A. I. E. E.

(2) Ingénieur en chef-électricien à la Buffalo, Niagara and Eastern Power Corporation.

(3) Ingénieur électricien à la Buffalo, Niagara and Eastern Power Corporation.

(4) Le rapport entre l'isolement des lignes de transport de force et l'isolement des Transformateurs.

(5) Rationalisation du degré d'isolement des lignes de transport de force.

Digitized by Google

rages ont lieu par an, avec le nombre de décharges pour chaque orage, partant le nombre de décharges par unité de surface, on peut connaître le nombre d'arrêts possibles dans le fonctionnement de la ligne, ce nombre est en fonction de sa longueur et du voltage qu'elle transporte. Le nombre possible d'interruptions d'une ligne donnée, toutes choses étant égales d'ailleurs, est inversement proportionnel à la valeur de son degré d'isolement et proportionnel à sa longueur. Durant les années précédentes nous avons pris l'habitude de mesurer le degré d'isolement d'une ligne en éclairs par mille et par an, mais le

Il faut également envisager la fréquence et la force relative des décharges atmosphériques. Une ligne de transport de force qui traverse des régions à caractéristiques orageuses différentes, peut avoir des degrés d'isolement différents dans son parcours. Le profil de la ligne intervient également pour le calcul du degré d isolement, par exemple la traversée aérienne d'un grand fleuve devra avoir un degré d'isolement supérieur à celui des autres parties de la ligne.

La conductibilité du sol et des fondations des piliers supportant la ligne intervient également ainsi que la présence

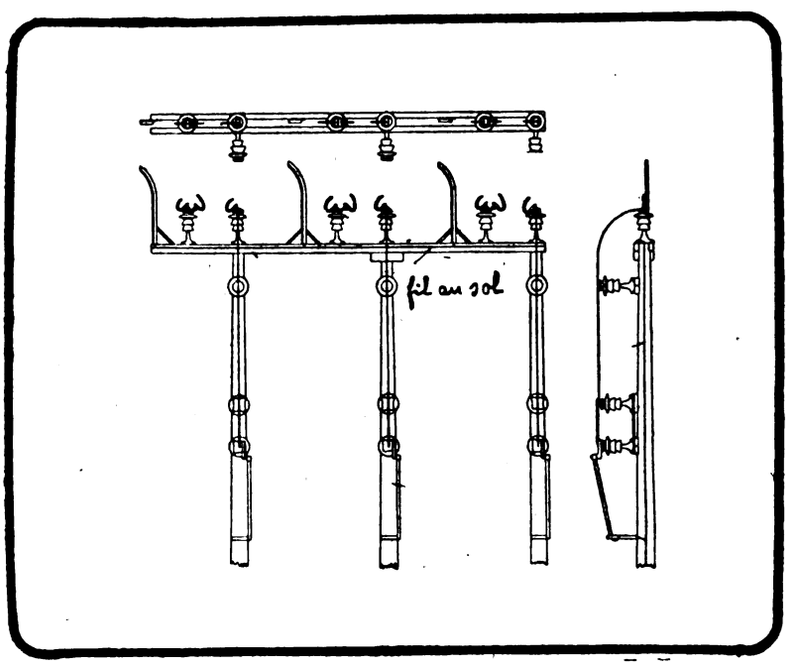


FIG. 1.

Système de protection du réseau 60 Kw. de la B.-N. et East. Pow. corp.
Intervalle fusible 7 pouces: 75 Kw. 60 cycles.
Intervalle au sol 10 pouces: 100 Kw. 60 cycles.

standard d'une ligne pour les usagers fait état de la plus ou moins permanence de l'utilisation de la ligne, il faut donc compter non pas en éclairs par mille et par an,mais avec le nombre total d'éclairs pour toute la ligne par an. Il en résulte que si des lignes de longueurs différentes doivent rendre les mêmes services les plus courtes doivent avoir un degré d'isolement plus élevé.

Un autre facteur à considérer est le suivant : le consommateur reçoit-il l'énergie qu'il emploie par une seule ligne ou par plusieurs provenant d'une seule ou de plusieurs sources?Il est évident que lorsque la totalité de l'énergie est amenée par une seule ligne, son degré d'isolement doit être plus élevé que celui des différentes qui n'amènent qu'une partie de l'énergie totale nécessaire.

de fils de terre et d'autres systèmes protecteurs.

Les facteurs qui doivent servir à déterminer le choix du degré d'isolement des Transformateurs

Il est tout d'abord évident que des transformateurs auxquels aboutissent des lignes aériennes de transport de force doivent être établis de manière à résister à des décharges atmosphériques d'un degré donné. La seule question à résoudre est de savoir quelle est la valeur à donner à ce degré de résistance. On peut envisager trois hypothèses :

a) le transformateur doit être construit de manière à pouvoir résister à l'afflux maximum qu'il peut recevoir de toute ligne ;

b) le transformateur doit être construit d'une façon différente dans tous les cas, de manière à pouvoir résister au maximum d'afflux qu'il peut recevoir en l'état actuel des choses ;

c) le transformateur doit être construit de manière à pouvoir résister jusqu'à concurrence d'un maximum déterminé et être protégé contre les afflux supplémentaires plus élevés.

Dans la première hypothèse tous les transformateurs devraient pouvoir résister aux attaques directes des décharges atmosphériques. Il semble évident que, même si cela était absolument réalisable, cela amènerait des frais d'installation tels que cette hypothèse doit être abandonnée.

Dans la seconde hypothèse chaque transformateur répondrait à des conditions d'installation différentes et toute idée de standardisation devrait être abandonnée.

Nous sommes donc amenés à adopter la troisième hypothèse, c'est-à-dire la standardisation du degré d'isolement des transformateurs à une valeur déterminée. La protection contre les afflux atmosphériques de valeur plus élevée n'étant pas à traiter à part pour chaque cas particulier, mais pouvant être également standardisée.

En résumé, l'établissement des transformateurs est un problème de construction qui appelle la standardisation, alors que l'établissement des lignes de transport de force est un problème qui comporte une solution particulière dans chaque cas. En conséquence, il paraît presque impossible d'établir une relation entre ces 2 questions.

On peut fixer la valeur du degré d'isolement des transformateurs de deux façons. On peut déterminer les caractéristiques et l'amplitude des décharges auxquelles les transformateurs peuvent être soumis, imaginer des moyens de reproduction de ces décharges au laboratoire en vue d'étudier la valeur de l'isolement nécessaire pour y résister, et ensuite se servir des résultats obtenus pour établir le plan d'installation des transformateurs. On peut également construire des transformateurs avec un degré d'isolement fixé à priori, les soumettre aux décharges atmosphériques et étudier ce qui se passe.

Il s'agit également de savoir si le degré d'isolement actuel des transformateurs donne satisfaction ou s'il est nécessaire d'établir un nouveau standard s'approchant au plus près du degré d'isolement des lignes de transport de force les plus récentes. Puisque des transformateurs de plusieurs millions de kw.-a. établis d'après les indications du standard actuel donnent tous entièrement satisfaction, il ne semble pas nécessaire d'étudier l'établissement d'un

Digitized by Google

nouveau standard dans lequel la valeur de la résistance du degré d'isolement serait accrue jusqu'à une limite supérieure et qui semble inutile dans l'état actuel des choses.

Protection du Transformateur contre des afflux atmosphériques de valeur exceptionnelle

Si l'on reste sur le *statu quo* en ce qui concerne la valeur du degré d'isolement des transformateurs pour résister à une valeur donnée des afflux atmosphériques, le problème de la protection contre des afflux de valeur exceptionnelle reste entier. Ici aussi on peut procéder de deux façons ; on peut spécifier exactement les caractéristiques et l'amplitude des afflux auxquels le transformateur doit pouvoir résister en laissant l'usager déterminer du mieux qu'il peut les moyens d'obtenir la protection désirée ; ceci demande la connaissance scientifique des règles encore obscures qui régissent les orages atmosphériques et la connaissance de la conduite de l'isolement dans les différents cas, toutes choses assez mal définies actuellement et qui risquent de le rester encore longtemps.

La seconde méthode consiste à standardiser les caractéristiques des procédés de protection. Ces procédés de protection doivent être plus simples et leurs caractéristiques déterminées de façon plus facile et contrôlées de plus près que celles des transformateurs. Ils peuvent consister en éléments entièrement distincts des transformateurs ou en faire partie.

Ces procédés doivent être choisis non seulement en se basant sur les caractéristiques des transformateurs, mais en tenant compte également des exigences du service. Par exemple si le transformateur doit être en permanence en marche, on prend des mesures d'une certaine nature, si au contraire son fonctionnement permanent n'est pas absolument indispensable il sera possible d'utiliser un système de protection vraisemblablement plus simple et plus économique.

Maintenant que nous sommes parvenus aussi avant dans la question, il reste à déterminer si la protection des transformateurs type standard contre des afflux atmosphériques est réellement une question de standardisation ? L'auteur croit pouvoir répondre par l'affirmative. C'est certain, si le dispositif de protection fait partie du transformateur. Dans tous les cas, les afflux atmosphériques auxquels un transformateur peut être soumis font partie des questions accessoires relatives à son établissement comme sa hauteur, la température ambiante, l'exposition, le nombre de circuits y aboutissant et leur voltage. Etant donné que l'Institut a fixé les limites pour lesquelles les transformateurs standards sont établis pour ces autres composantes il n'y a pas de raison pour que la standardisation ne soit pas appliquée également au système de protection.

Tout ce qui précède étant admis nous avons toujours à choisir entre la méthode scientifique et la méthode expérimentale et à nouveau nous constatons que la méthode scientifique doit être basée sur des connaissances encore très mal établies alors que la méthode pratique peut être basée sur des expériences simples de laboratoire et des résultats d'applications pratiques.

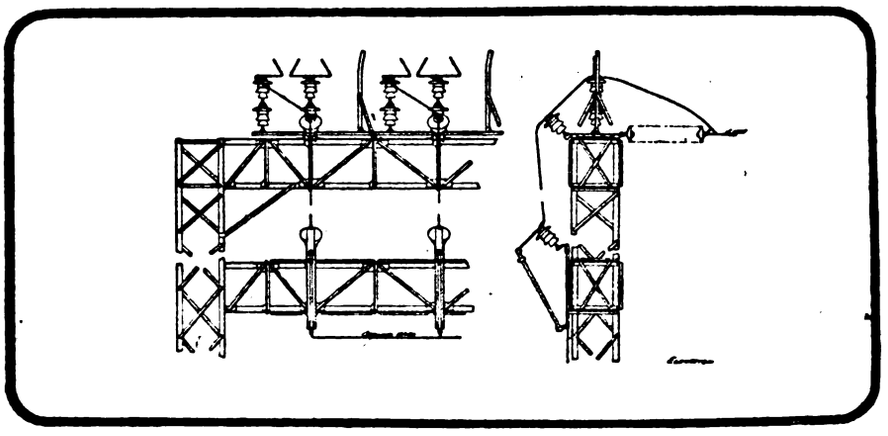


FIG. 2.

Système de protection du réseau 110 Kw. de la B.-N et East. Pow. corp.
Intervalle fusible 13 pouces : 150 Kw. 60 cycles.
Intervalle au sol 18 pouces : 250 Kw. 60 cycles.

Expérience avec Intervalles protecteurs

Lorsque la première ligne de transport de force de 60 kw. fut construite en 1905 et 1906 à travers la moitié occidentale de l'Etat de New-York, entre Syracuse et les chutes du Niagara, on travailla sans avoir d'idées bien nettes pour la protection de la station terminale contre les afflux atmosphériques ou accidentels.

En 1920 les intervalles à cornes de la station furent modifiés pour avoir une charpente plus simple et moins importante. A cette époque les intervalles pour les trois phases étaient montés sur un bâtis et les résistances du sol éliminées. La construction adoptée fut celle montrée par la figure 1 et, en général, ce genre de construction est en service aujourd'hui.

L'isolateur supportant le fil de ligne est équipé avec deux cornes comme l'indique la figure. Un autre isolateur placé à côté porte la corne faisant office de fusible ou petit intervalle, cette corne est reliée au sol par un commutateur interrupteur et un fusible à explosion. Le tube fusible employé est constitué par un tube de mica de 1 pouce ½ de diamètre percé d'un trou de ¾ de pouce de diamètre, de 6 pieds 6 pouces de long et relié par du cordeau détonant. Le fil fusible employé est en cuivre N° 26 B et S. La branche au sol de l'intervalle est constituée par une branche ouverture montée sur le bâtis et reliée au sol par celui-ci. Sur les lignes à 60 kv. l'intervalle fusible est normalement placé à 7 pouces de l'isolateur support de ligne, l'intervalle au sol à 10 pouces, ce qui correspond à des valeurs d'étincelle d'environ 75.000 et 100.000 volts.

Le système indiqué par la figure 1 a été construit de différentes façons. Sur des poteaux en bois et en acier, avec deux ou trois poteaux supportant le bâtis, avec des tringles type standard et des isolateurs du type des postes et avec tube fusible à charnière supprimant le commutateur interrupteur. Dans les nouvelles stations plus importantes du système à 60 kw., les branches au sol de l'intervalle sont installées au sommet du bâtis.

Le même dispositif général a été adopté pour la construction des lignes du réseau à 110 kw. avec cette modification que les distances des intervalles ont été augmentées et l'isolement accru. Sur les structures principales du 110 kw. qui sont construites en poteaux et en poutres métalliques à entre-toises, les intervalles sont installés au sommet comme le montre la figure 2. Là les fusibles sont installés près du sol sur un poteau séparé avec un système à charnière évitant l'emploi d'un commutateur interrupteur auxiliaire.

Les intervalles sont disposés respectivement à des distances de 13 et 18 pouces correspondant à des valeurs

Digitized by Google

d'étincelle d'environ 150 et 250.000 volts.

La disposition convenable des intervalles a été déterminée empiriquement. Sur le réseau à 60 kw. opérant sous 25 cycles il n'a été fait que des modifications insignifiantes depuis la mise en service du procédé les afflux de commutation étant peu sérieux. Sur le réseau à 110 kw. les premiers intervalles furent installés en 1925 alors que le système ne comportait que deux lignes parallèles de 40 milles de long. Les intervalles étaient disposés respectivement à 11 et 14 pouces mais on constata que dans certaines conditions l'intervalle fusible produisait un arc. On porta les distances des intervalles à 12 et 15 pouces, ce qui donna satisfaction jusqu'à ce que le réseau prît de l'extension en longueur et en superficie. On porta alors les intervalles respectivement à 13 et 18 pouces, ce qui a toujours donné entière satisfaction.

Sur les deux réseaux le dispositif à intervalle à cornes s'est montré efficace pour la protection aux terminus des réseaux puisqu'en fait aucune interruption n'a eu lieu pendant les orages. De nombreuses fois les intervalles fusibles ont été traversés par un arc, coupant les fusibles sans produire d'arc à travers l'espace des intervalles au sol. Dans la plupart des cas, lorsque les grands intervalles ont été traversés par un arc, les interrupteurs contrôlant la ligne ont été renversés mais comme pratiquement toutes les stations importantes ou centre de distribution sont desservis par deux ou plusieurs lignes il n'y a jamais eu d'interruptions.

Au cours du développement de cette installation l'isolement des lignes a été augmenté de manière à ce qu'elles résistent aux afflux atmosphériques et qu'elles puissent rendre les services qu'on attendait d'elles. Actuellement les deux réseaux, 60 et 110 kw., ont pour leurs lignes de grand parcours le même standard d'isolement de 7 éléments. Quelques lignes à faible parcours de 60 kw. n'ont encore qu'un isolement de 4 éléments.

Le tableau ci-dessous donne la comparaison entre les intervalles employés par la Buffalo, Niagara et Eastern Power Corporation décrits ci-dessus et ceux proposés par la Sous-Commission des Transformateurs pour être insérés dans la liste des standards.

On constate que les intervalles actuellement en service ont des voltages d'étincelle considérablement plus bas que ceux proposés par la Sous-Commission des Transformateurs.

Etant donné que le système de la B. N. et E. Pow. Corp. donne entièrement satisfaction, il est évident que les intervalles proposés feraient de même et que ces intervalles adoptés pour les transformateurs leur assureraient la protection requise.

Traduction de

S. Philippe

Force transportée en Kv	Intervalle Standard proposé en Kv	Intervalles B. N et E Power Corporation en Kv		
		Isolement de la ligne	Intervalle fusible	Intervalle au sol
69	185	255 (4 éléments)	75	100
69	185	400 (7 éléments)	75	100
115	300	400 (7 éléments)	150	250

Digitized by Google

La sous-station à redresseur automatique de 1000 kw. à arc de mercure de l'Union Railway Company de New York[1]

par W. E. GUTZWILLER [2] et O. NAEF [2]

Résumé de la Communication faite par les auteurs à la réunion d'été de l'A. I. E. E. à Toronto (Canada), en Juin 1930.

Traduction de Serge Philippe.

Dans le numéro de Juillet 1930 de l'A. I. E. E., on trouve un résumé comportant la description générale d'une sous-station à redresseur automatique à arc de mercure de 1000 kw.-625 volts installée par l'Union Railway Company de New-York en Mai 1929 ainsi que des données sur le contrôle automatique et à distance de la sous-station.

Cet article donne également les principales raisons qui ont déterminé l'adoption d'un redresseur de ce genre et les résultats d'exploitation pour les dix premiers mois de la mise en service de la sous-station.

Nous croyons intéresser le lecteur en lui donnant une traduction intégrale de ces pages.

INTRODUCTION

L'UNION Railway Company de New-York a mis en service en mai 1929 sa première sous-station à redresseur automatique. Cette sous-station comporte essentiellement un redresseur de 1.000 kilowatts-625 volts alimenté par du courant triphasé à 60 cycles et 13.200 volts. Le contrôle de la sous-station est une combinaison du contrôle automatique de la charge de fonctionnement et du contrôle à distance. Le redresseur est construit pour fonctionner soit avec une alimentation en courant triphasé à 60 cycles soit avec une alimentation à 25 cycles seulement.

L'installation est intéressante en ce que tous les avantages qu'elle procure sont dus à la supériorité du redresseur à arc de mercure sur les convertisseurs rotatifs.

Ces avantages sont :

a) Emploi du contrôle automatique et éloigné ;

b) Possibilité de marche sur deux fréquences ;

c) Poids et encombrement faibles ;

d) Inutilité de construire la sous-station sur des fondations spéciales, tous avantages qui contribuent à diminuer les frais d'installation et d'exploitation.

LES FACTEURS DÉCISIFS QUI ONT AMENÉ L'ADOPTION D'UN REDRESSEUR AUTOMATIQUE

La sous-station à redresseur automatique de 1000 kw., dont traite cet article, alimente les tramways de la section de Westchester Square, Bronx N.-Y. Avant l'installation de ce redresseur, le courant continu nécessaire à cette section était fourni par la sous-station de West Farms de l'Union Railway Company, distante d'environ 3 milles de Westchester Square. Cette sous-station est équipée de convertisseurs synchrones 5.000 kw.-25 cycles.

Etant donné l'accroissement continu des besoins de la section de Westchester Square, accroissement auquel n'aurait bientôt plus pu répondre les convertisseurs ayant déjà plus de quinze ans d'existence, la Compagnie décida d'augmenter la capacité de production de la sous-station. L'examen des besoins amena à la conclusion qu'un supplément de 1.000 kw. était au minimum nécessaire pour l'exploitation présente et à venir de la section. En vue de réduire au minimum les pertes en ligne, il fut décidé qu'on installerait le nouveau convertisseur dans la sous-station de la Bronx Gas and Electric Company, à l'angle de Saint-Pierre et de Westchester Avenue ; juste au centre de la section de Westchester Square de l'Union Railway Company qui avait besoin d'un supplément de puissance. Ce nouvel élément devait être équipé entièrement avec contrôle automatique et dirigé par la sous-station de West Farms de la Compagnie des Tramways.

Pour cette nouvelle sous-station on envisagea d'employer soit des convertisseurs rotatifs, soit un redresseur à arc de mercure, après une étude approfondie des deux sortes d'appareils le choix fut fixé sur le redresseur.

Alors que tous les convertisseurs en service de l'Union Railway Company étaient du type 25 cycles, il devenait nécessaire, étant donné ses besoins, d'équiper cette nouvelle sous-station avec des convertisseurs 60 cycles. Mais comme il était impossible de savoir à priori si dans l'avenir il ne serait pas indispensable de pouvoir fonctionner avec 25 cycles, il fallait construire la sous-station, de telle manière qu'elle puisse fonctionner avec l'une ou l'autre de ces deux fréquences. La balance penchait donc à ce seul point de vue déjà en faveur du redresseur à arc de mercure, qui est bien le dispositif idéal pour cet objet, tant que la fréquence du courant d'alimentation reste sans action sur l'arc. Etant donné les avantages écono-

(1) By courtesy of A. I. E. E.

(2) de l'Americain Brown Boveri Co.

Digitized by Google

miques que ce genre de redresseur possède par ailleurs, l'emploi de convertisseurs rotatifs fut définitivement écarté.

Pour le contrôle à distance par la sous-station de West-Farms, huit fils seulement étaient nécessaires.

Les figures montrent d'une façon évidente que la disposition réalisée, tout en utilisant l'espace minimum permet néanmoins une inspection facile des différents organes.

DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT DE LA SOUS-STATION

La sous-station comprend essentiellement un élément redresseur de 1.000 kilowatts, d'une capacité tarée à 625 volts, susceptible de fonctionner pendant deux heures sous un excès de puissance de 50% et pendant une minute sous un excès de 100 %. L'énergie est fournie soit par la station principale, soit par la station auxiliaire, elle consiste en courant triphasé à 60 cycles et 13.200 volts ; le redresseur fournit aux tramways, du courant continu à 625 volts.

Les redresseurs à arc de mercure ayant déjà fait l'objet d'une étude détaillée dans ce journal, nous ne donnerons ici qu'une description générale du redresseur lui-même.

Le cylindre du redresseur est du type à 12 anodes, il est refroidi à l'eau froide. Les anodes sont également à refroidissement par eau. Le redresseur en marche étant chargé en courant continu, il est protégé par un écran.

Le redresseur reçoit du courant provenant d'un transformateur extérieur isolé par bain d'huile du type tubulaire à auto-refroidissement, à enroulement primaire en étoile et à enroulement secondaire en étoile à 2×6 phases. Le primaire comporte une capacité susceptible d'absorber ou de parer aux différences de phase allant jusqu'à 3 1/2 % et d'un ajusteur de rapport pour le fonctionnement à vide. Etant donné le peu d'espace disponible, le transformateur d'interphase, qui est d'ordinaire installé séparément, a été placé dans le transformateur du redresseur. Le transformateur peut fonctionner soit avec 25 ou 60 cycles, courant triphasé 13.200 volts. L'impédance du transformateur, à 60 cycles est de 4,5 %. Si l'on fonctionne avec 25 cycles, une réactance extérieure d'environ 3 % doit être employée pour protéger le transformateur.

Le système de pompage employé pour expulser l'air des cylindres du redresseur comprend une pompe à vapeur de mercure à refroidissement par eau, connectée en série avec une pompe à huile rotative mue par un moteur, toutes deux étant disposées sur un châssis commun.

Le système d'allumage et d'excitation sont installés sur un châssis en fer cornière et alimentés par un élément auxiliaire monophasé à faible voltage.

Les manomètres à vide et tous les appareils de contrôle automatique sont mis en œuvre par le même courant alternatif auxiliaire.

A la sortie du courant continu, le redresseur est muni d'un interrupteur, à pôle simple et à solénoïde, de 3.000 ampères avec dérivation pour surcharges et courant en retour.

Deux interrupteurs à fermeture automatique de 2.000 ampères connectent le redresseur avec la charge.

Le tableau de distribution du redresseur consiste en 5 panneaux d'ardoise de 24×90 pouces. En partant de la gauche, le premier panneau est réservé aux relais automatiques pour la mise en marche et l'arrêt. Le deuxième supporte les instruments de mesure de la charge, du vide et les différents appareils de contrôle des interrupteurs et des appareils auxiliaires. Le troisième panneau supporte l'interrupteur de courant continu, interrupteur à lames, interrupteur par induction en cas de surcharge, les relais pour le contrôle des interrupteurs. Le quatrième et cinquième panneau contiennent chacun un interrupteur d'alimentation du courant continu et les relais de contrôle de l'ampèremètre et de l'alimentation.

Pour la protection contre le survoltage, chaque phase secondaire du transformateur du redresseur est reliée à une résistance amortissante et à un parafoudre à cornes.

Le redresseur est pourvu de filtres destinés à supprimer les vibrations du courant continu à sa sortie du redresseur qui pourraient occasionner des perturbations dans les circuits téléphoniques du voisinage. Le système filtrant comporte une réactance en série reliée au conducteur négatif du redresseur et 3 shunts-filtres accordés pour 360, 720 et 1.080 cycles qui sont les fréquences qui causent les plus grandes perturbations dans les circuits téléphoniques. La réactance est installée extérieurement, alors que les filtres-shunts sont disposés à l'intérieur de l'espace limité par l'écran protecteur du redresseur avec tous les fusibles et interrupteurs nécessaires sur un cadre en fer tubulaire.

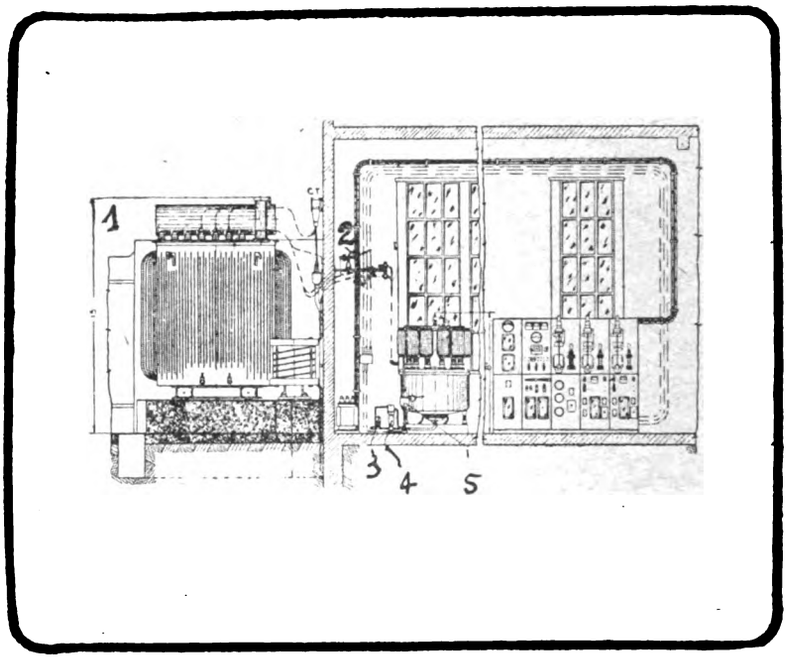


FIG. 1

Plan. — Elévation de la sous-station
1. — Transformateur du redresseur.
2. — Parafoudre.
3. — Soupape hydro-magnétique.
4. — Soupape à siphon.
5. — Indicateur d'eau.

I. — CONTROLE DES APPAREILS AUXILIAIRES

Les appareils auxiliaires du redresseur à arc de mercure comprennent :

a) le système d'allumage et d'excitation ;
b) le système de refroidissement ;
c) le système destiné à maintenir le vide.

Le système d'allumage et d'excitation est mis en œuvre par la fermeture de l'interrupteur du courant alternatif et fonctionne tant que celui-ci est fermé.

Digitized by Google

Il en est de même pour la soupape hydro-magnétique qui commande la marche du système de refroidissement.

A l'inverse des deux premiers systèmes auxiliaires, le troisième fonctionne indépendamment du reste de l'installation mais néanmoins de façon telle que le vide soit constant dans le redresseur, ce qui est assuré au moyen d'un relais de contrôle convenablement relié au moyen de la pompe à vide.

Le pompage des gaz du redresseur se fait en deux phases, à l'aide de la pompe à vapeur de mercure et de la pompe à vide rotative. Un réservoir et une soupape automatique sont intercalés entre les deux pompes, de telle sorte que si la pompe à vapeurs de mercure doit fonctionner en permanence, le mouvement de la pompe rotative est intermittent.

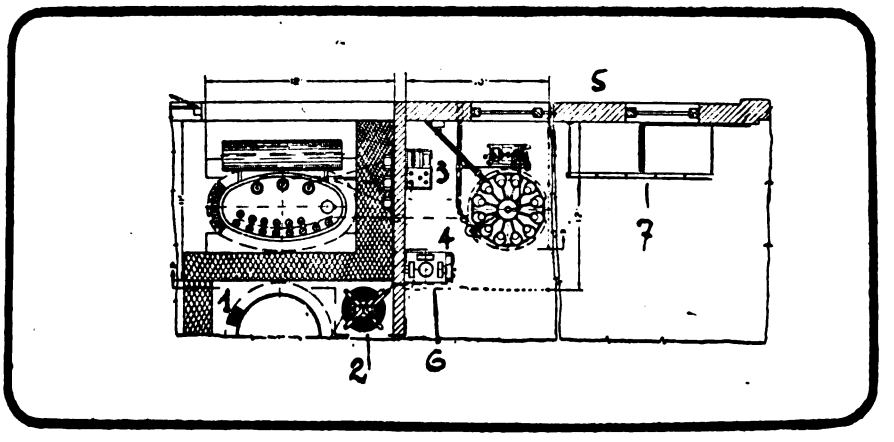


Fig. 2.

1. — Transformateur d'alimentation (ne fait pas partie du redresseur).
2. — Reactance en série.
3. — Système d'allumage et d'excitation.
4. — Redresseur.
5. — Pompes à vide.
6. — Shunt-filtres.
7. — Tableau de distribution.

II. — CONTROLE DU REDRESSEUR

Le contrôle du redresseur consiste en sa mise en marche et son arrêt.

Pour la mise en route, on ferme tout d'abord l'interrupteur à huile du courant alternatif, ce qui met du même coup en action le système d'allumage et d'excitation et le système de refroidissement par l'intermédiaire de sa soupape hydro-magnétique. Ensuite on ferme l'interrupteur du courant continu, le redresseur fonctionne. La mise en route demande en général une ou deux secondes.

Pour arrêter le fonctionnement du redresseur on ouvre l'interrupteur à huile du courant alternatif, puis celui du courant continu, les appareils auxiliaires sont arrêtés en même temps.

Fermeture et refermeture du courant alternatif. — L'interrupteur à huile est contrôlé par la fermeture et la refermeture du relais du courant alternatif, qui fait 3 essais pour fermer l'interrupteur du courant alternatif, soit lors de la mise en route, soit après ouverture due à une surcharge. Si le 3e essai est incapable d'assurer la fermeture, l'interrupteur à huile est automatiquement mis hors circuit.

Protection. — Le redresseur est protégé contre les surcharges accidentelles ou permanentes, les courants en retour dus aux court-circuits, le fonctionnement avec un vide insuffisant, une température trop élevée ou une quantité d'eau de refroidissement insuffisante.

Lorsqu'un court-circuit se produit lorsque le redresseur est en parallèle avec d'autres installations, le courant en retour renverse l'interrupteur de courant continu qui, à son tour ouvre l'interrupteur à huile grâce à un système conjugué extra-rapide, ces deux opérations doivent toujours pouvoir se produire quel que soit le voltage du moment du collecteur de la station principale ou de la station auxiliaire.

III. — CONTROLE DE L'ENSEMBLE

Dans cette sous-station, le contrôle de l'ensemble comprend le contrôle de la charge du redresseur et le contrôle à distance.

Lorsque deux ou plusieurs éléments semblables sont en service dans une même station, l'un d'eux est seul contrôlé (contrôle de la charge, contrôle à distance, contrôle par avertisseurs sonores ou contrôle direct par l'homme) les autres sont reliés à l'élément contrôlé de telle sorte que leur mise en route ou leur arrêt est automatiquement réglé par l'élément contrôlé. L'élément contrôlé prend le nom de guide, les autres sont appelés subordonnés. En outre si le guide vient à être mis hors service, il doit exciter un dispositif permettant à l'un des éléments subordonnés de devenir élément guide. Ce procédé de contrôle est désigné sous le nom de « transfert lockout. »

Contrôle éloigné.— Le contrôle éloigné ou à distance de la sous-station de Westchester Square est effectué par le surveillant de la sous-station de West Farms. Il connaît à chaque instant la position de tous les interrupteurs et peut même le cas échéant laisser assurer le contrôle par le chef du contrôle sans avoir besoin de changer la position du commutateur sélectionneur.

IV. — LES ALIMENTEURS EN COURANT ALTERNATIF

La sous-station est alimentée en courant alternatif par deux éléments qui peuvent travailler seuls ou simultanément. Pour la simplicité du contrôle et pour éviter l emploi d'un interrupteur supplémentaire dans le redresseur, un système de commutation électrique est relié aux bornes auxiliaires des interrupteurs des deux alimenteurs, de telle sorte que le commutateur est à la position « interrupteur fermé » lorsque l'un des deux seulement ou tous les deux sont fermés, et qu'il ne prend la position interrupteur ouvert que lorsque les deux interrupteurs des alimenteurs sont ouverts. Ce dispositif doit être considéré comme un « redresseur fantôme » d'interrupteur de courant alternatif, sa position indique si le redresseur fonctionne ou est arrêté.

Les alimenteurs en courant alternatif peuvent être également agencés pour le contrôle préféré ou contrôle de l'alimentation normal ; le transfert du contrôle de l'un à l'autre des alimenteurs se faisant automatiquement en cas d'incident et ceci dans les deux sens. Les deux alimenteurs peuvent être à volonté employés comme alimenteur normal ou alimenteur de réserve, grâce à l'emploi d'un interrupteur sélectif. Ce dispositif de contrôle est employé lorsque le courant alternatif est fourni à 60 cycles par l'un des alimenteurs et à 25 cycles par l'autre. On introduit alors une réactance en série dans le circuit de l'alimenteur à 25 cycles pour protéger le transformateur et maintenir la même régularité de voltage dans le courant continu du redresseur que lorsque celui-ci fonctionne avec alimentation à 60 cycles.

V. — LA REFERMETURE DE L'ALIMENTATION DE COURANT CONTINU

La sous-station comporte deux interrupteurs de l'alimentation de courant continu. Ils sont normalement fermés, lorsque par suite d'un excès de charge

Digitized by Google

ils sont renversés, les relais qui les commandent essaient un certain nombre de fois de les refermer à des intervalles de temps déterminés. Si toutes les tentatives échouent, le ou les interrupteurs sont signalés comme hors-circuit.

Contrôle à distance. — Etant donné l'importance du rôle joué par le contrôle éloigné dans cette sous-station, il semble nécessaire de dire quelques mots du système employé.

Le contrôle éloigné de la station est installé à la sous-station de West Farms distante de trois milles environ. Les reux stations sont reliées par des câbles téléphoniques.

Les interrupteurs de l'alimentation en courant alternatif et les interrupteurs du courant continu fourni par le redresseur sont contrôlés par la sous-station de West Farms, celle-ci reçoit des indications sur la position des autres interrupteurs.

A l'occasion du contrôle éloigné, il faut faire mention d'un système économique de mesure à distance conçu et réalisé par l'Union Railway Company. Ce système utilise la chute de potentiel du courant continu à travers la réactance en série, ce qui modifie les interférences de l'équipement téléphonique. A West Farms un millivoltmètre étalonné avec la chute de potentiel de la ligne permet d'obtenir en ampères la charge du redresseur. La chute du potentiel à travers la réactance est due à une composante du courant continu et à diverses composantes du courant alternatif. Pour diminuer ces dernières dans le courant qui passe dans le millivoltmètre, une faible réactance a été intercalée dans le circuit des conducteurs.

RÉSULTATS NUMÉRIQUES

Le redresseur fonctionne d'une façon entièrement satisfaisante depuis mai 1929. Il est mis en route tous les jours à 6 heures et arrêté à 22 heures.

Au 1er mars 1930 le redresseur avait consommé 2.384.800 kwh., la consommation moyenne par mois a donc été de 233.000 kwh., elle correspond à une charge journalière de 40 à 50 %.

Les mesures sur la consommation d'eau pour le refroidissement du redresseur et sur les pompes à vide n'ont été faites que jusqu'au 10 octobre 1929, elles ont permis de constater que jusqu'à cette date 77.500 pied-cubiques d'eau avaient été consommés,ce qui correspond à 0,68 pied-cubique d'eau pour 1 kwh. consommé par le redresseur.

Le redresseur fonctionne en parallèle avec les convertisseurs rotatifs des sous-stations voisines. Aucune perturbation n'a été remarquée dans cette organisation depuis la mise en marche du redresseur.

Le système de filtres installé pour éviter des perturbations dans les circuits téléphoniques avoisinants a donné également satisfaction pleine et entière, aucune plainte n'a été enregistrée depuis la mise en marche de la sous-station à redresseur automatique de Westchester Square.

CONCLUSION-RÉSUMÉ

L'article précédent décrit un redresseur statique de 1.000 kw. en s'attachant de préférence aux détails du contrôle automatique. L'installation de la sous-station de Westchester Square est une application pratique qui prouve qu'un redresseur peut être agencé sans grosses difficultés pour être contrôlé automatiquement et à distance et que son installation matérielle peut se faire sans apporter de modifications aux constructions existantes et à leurs fondations. Enfin le redresseur peut fonctionner sur 25 et 60 cycles si l'alimentation est probable sur l'une ou l'autre de ces fréquences ou sur les deux simultanément, ce qui permet de tenir compte des disponibilités actuelles tout en réservant l'avenir.

Traduit du journal *Of the American Institute of Electrical Engineers,* de Juillet 1930, par Serge Philippe.

PETITES NOUVELLES

UN POSTE-JUMEAU A ONDES COURTES, EN TCHÉCOSLOVAQUIE

Le nouveau poste à ondes courtes, qui sera construit à Podebard, en Tchécoslovaquie, aura deux émetteurs distincts qui émettront respectivement sur 15 et 20 mètres. Lorsque la réception sur une longueur d'onde laissera à désirer il y aura toujours une chance qu'elle soit meilleure sur l'autre.

LIAISON RADIOPHONIQUE ENTRE L'ANGLETERRE ET LES INDES ANGLAISES

On a l'intention d'établir, aux Indes anglaises, une station sur ondes courtes qui serait spécialement destinée à assurer les communications avec l'Angleterre.

Les installations analogues, qui existent déjà en Angleterre, dans le but de relier la métropole avec l'Australie, pourront, le cas échéant, servir pour des conversations dans les deux directions avec les Indes anglaises.

LA HONGRIE A ÉGALEMENT UN POSTE JUMEAU

On communique de Hongrie que le nouveau et puissant poste de diffusion, qui sera construit à Budapest sera en mesure de diffuser deux programmes en même temps. On a pris cette mesure afin de mettre les auditeurs du pays dans la possibilité de pouvoir écouter au moins deux programmes hongrois.

NOMBRE DE SANS-FILISTES EN FINLANDE

D'après les dernières données, le nombre des sans-filistes inscrits s'élève en Finlande à 90.232.

CONSTRUCTION DE NOUVEAUX POSTES EN RUSSIE

Trois nouveaux postes, d'une puissance de 100 kw., vont être construits en Russie. Il en résultera que les perturbations causées par les postes soviétiques deviendront probablement plus graves encore qu'elles ne l'étaient jusqu'à présent.

QUAND LE CABLE TÉLÉGRAPHIQUE EST ROMPU...

Récemment, le câble télégraphique reliant les îles de Shetland à la côte écossaise fut rompu, de sorte que l'île se trouvait complètement isolée. Immédiatement on envoya à Shetland, par bateau un poste émetteur portatif, qui fut installé à proximité de Lerwick. L'acheminement des télégrammes put alors se faire de la manière habituelle.

Digitized by Google

AVIATION

Les installations électriques des aéroports

par Gilbert ETIENNE

Nous avons vu précédemment (1) de quelle façon était réalisé l'équipement électrique des aéronefs en vue d'effectuer des missions de nuit, nous savons, notamment que ces derniers possèdent des moyens d'éclairage (fusées et phares) qui peuvent leur permettre d'atterrir sur un terrain non éclairé.

Il n'est pas besoin d'insister sur le peu de sécurité que présentent ces simples moyens, surtout si l'on envisage l'exploitation régulière pendant la nuit des lignes aériennes.

Il n'est pas douteux que dans un avenir rapproché, l'activité de l'aviation de transport ne sera nullement ralentie par la nuit, et c'est d'ailleurs là une condition essentielle de prospérité.

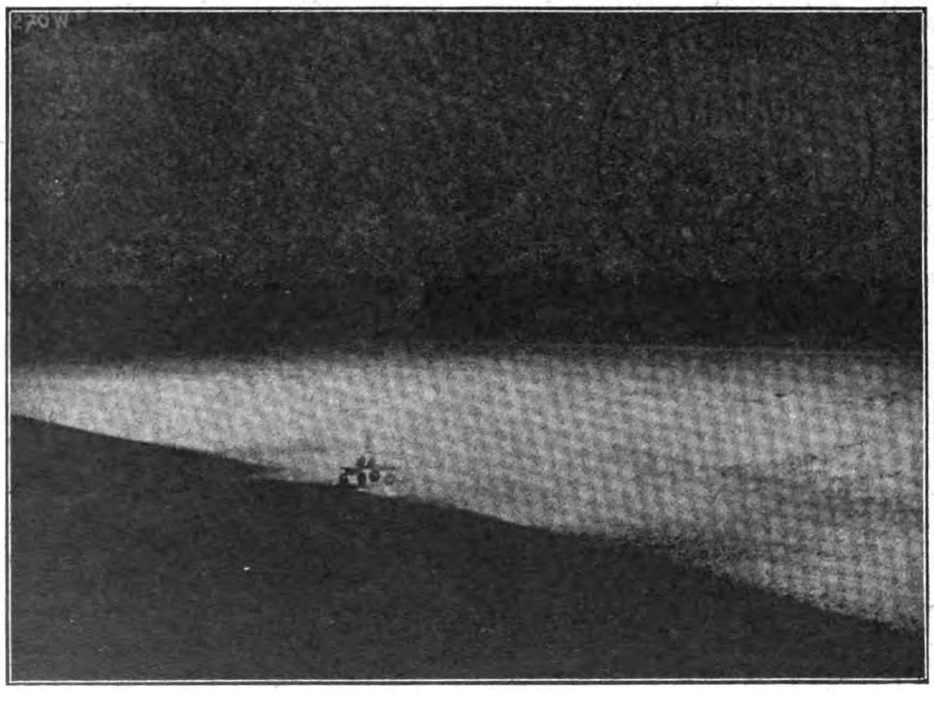
Les aéroports doivent donc être aménagés avec le plus grand soin en vue du trafic nocturne et disposer de tous les moyens susceptibles d augmenter la sécurité des départs et des atterrissages des avions.

Le matériel utilisé à cet effet, sera destiné au repérage, à la délimitation, à l'éclairage du terrain d'atterrissage et de l'aire d'embarquement, au balisage des obstacles, à l'indication du sens du vent, et à la signalisation terre-avion.

Tous ces problèmes, comme la plupart des problèmes d'éclairage ont reçu des solutions satisfaisantes, grâce à l'emploi de l'électricité.

1°) *Repérage des aérodromes.*

Chaque aérodrome est muni d'un ou de plusieurs feux caractéristiques qui permettront au navigateur de le situer de loin et sans ambiguité. Ce dispositif de repérage est en général constitué par un phare à éclats de lumière blanche qui donne une bonne portée et d'un phare à éclipse d'une portée moindre qui lancera par signaux Morse blancs ou colorés l'indicatif du terrain.



L'éclairage d'un terrain d'atterrissage

Le phare à éclats, analogue aux phares côtiers est constitué soit par une optique de FRESNEL dans les phares BARBIER BENARD, soit par des miroirs dorés dans les phares SAUTTER HARLE, soit encore par des miroirs argentés dans les phares BREGUET.

Ils sont munis d'une ou plusieurs lampes à incandescence de 4 ou 6 kilowatts. Un petit moteur électrique leur imprime un mouvement de rotation uniforme, dont la vitesse réglée une fois pour toutes dépend du nombre des éclats et de l'ouverture des faisceaux.

Leur portée par temps clair est d'environ 80 à 100 kilomètres.

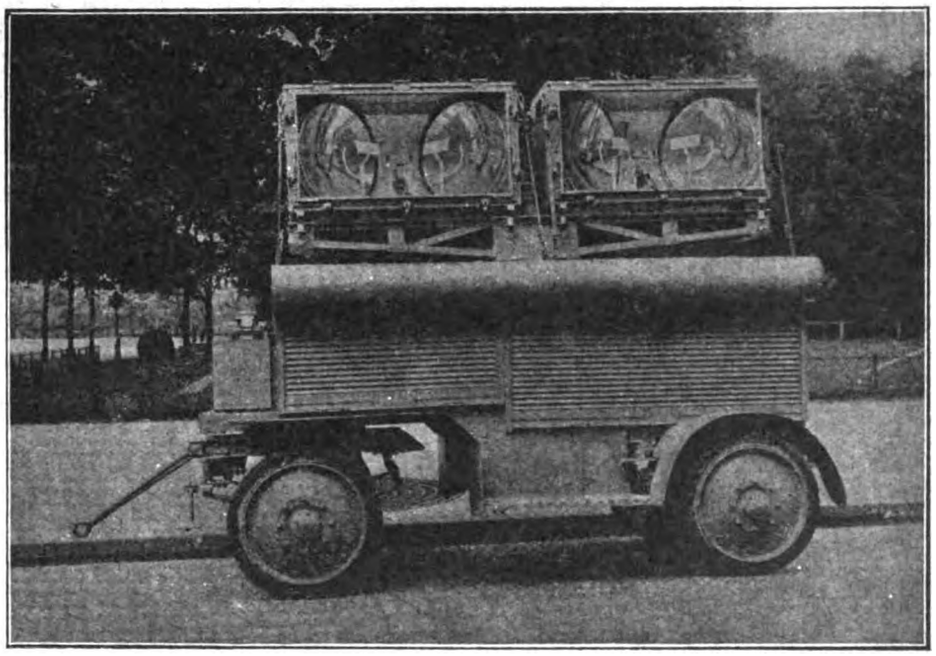
Le phare à éclipse doit être visible à courte distance dans tous les azimuts. Il est en général, muni d'une lampe de 1 kw. occultée par un système de volets. Un dispositif à cames mû par un petit

(1) *Q. S. T.* N°s 76 et 77.

Digitized by Google

moteur électrique commande automatiquement la manipulation des volets.

Ces deux phares installés sur pylônes ou sur un obstacle élevé, sont situés en bordure immédiate du terrain, en un endroit bien dégagé.



Remorque à 2 roues avec appareils d'illumination de terrains construite par Sautter-Harle

Position de route

2°) *Feux de délimitation de terrain.*

Ces feux sont destinés à indiquer la limite exacte d'un aérodrome. Ils sont en général constitués par des lanternes alternativement blanches et rouges, groupées deux par deux à une trentaine de mètres de distance. Chaque lanterne renferme une lampe à incandescence, de 30 watts environ.

Ils sont situés, soit sur les bâtiments ou les obstacles qui bordent le terrain, soit à cinquante centimètres au-dessus de la surface du sol sur des piquets légers qui céderont sous le choc d'un avion qui, accidentellement les rencontrera, sans dommages pour celui-ci.

3°) *Eclairage du terrain d'atterrissage.*

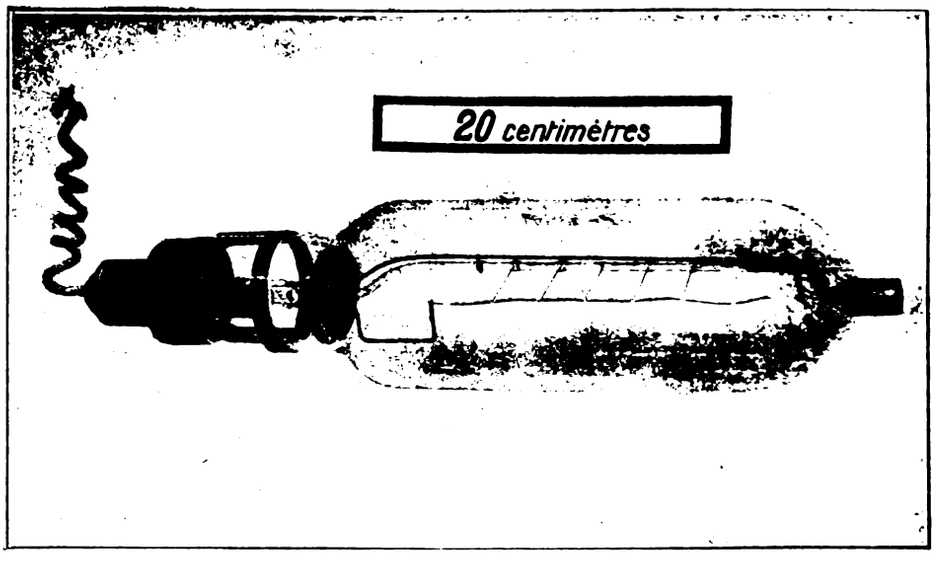
Le problème d'éclairement d'une surface d'atterrissage est certainement le plus important, et il n'est pas aussi simple qu'on peut le supposer. Il faut, en effet, que là où les sources lumineuses soient puissantes, car l'éclairement est inversement proportionnel à la surface éclairée, et cette surface doit être suffisamment grande pour éviter au pilote les manœuvres que nécessite une prise de terrain trop précise.

L'éclairage plongeant qui donnerait une bonne solution du problème, jusqu'à présent a toujours été rejeté à cause de l'obstacle dangereux que constitueraient les supports des sources lumineuses. Il ne reste donc que l'éclairage rasant; dans ce cas, les faisceaux doivent être convenablement dirigés et la nappe lumineuse doit s'étaler presque parallèlement au sol pour éviter les halos, les pertes d'énergie et l'éblouissement. Les contrastes trop violents entre les surfaces proches des projecteurs et les surfaces lointaines seront aussi soigneusement évités. Enfin, comme la surface du sol n'est jamais parfaitement plane, il faudra que la hauteur des sources soit suffisante pour supprimer les zones d'ombre.

Plusieurs systèmes de projecteurs d'atterrissage sont couramment utilisés dans l'Aéronautique française. La rampe d'atterrissage est constituée par six ou huit petits projecteurs de 500 à 1.000 watts produisant chacun un faisceau lumineux ayant une divergence d'environ 90° dans le plan horizontal et 4 à 5 degrés dans le plan vertical. Ils sont montés sur un trépied de 2 m. 50 à 3 mètres de hauteur et disposés sur le terrain suivant une ligne droite dirigée dans le sens du vent. Les faisceaux des projecteurs doivent se recouvrir à une trentaine de mètres de la rampe de façon à donner une bande de terrain éclairé d'environ 50 mètres de large et 150 mètres de long. De cette façon, l'avion atterrira contre le vent, parallèlement à la ligne des projecteurs. Le projecteur de D C A de 120 braqué parallèlement au sol, sert quelquefois de projecteur d'atterrissage, il donne une bande violemment éclairée, étroite, et très longue que l'on peut facilement orienter dans le sens du vent. L'avion atterrit alors en passant au-dessus, et aussi près que possible.

Aujourd'hui, ces deux systèmes semblent devoir céder le pas au projecteur ou au groupe de projecteurs de grande puissance.

Le dispositif BARBIER BENARD est un projecteur constitué par 21 éléments dioptriques en verre travaillé, sous-tendant chacun un angle de 180° dans le plan horizontal. La distance focale de l'ensemble du système optique est de 0 m. 50. Une tourelle en tôle porte la partie optique et se termine à sa partie supérieure par un toit conique muni d'un dispositif de ventilation chi-



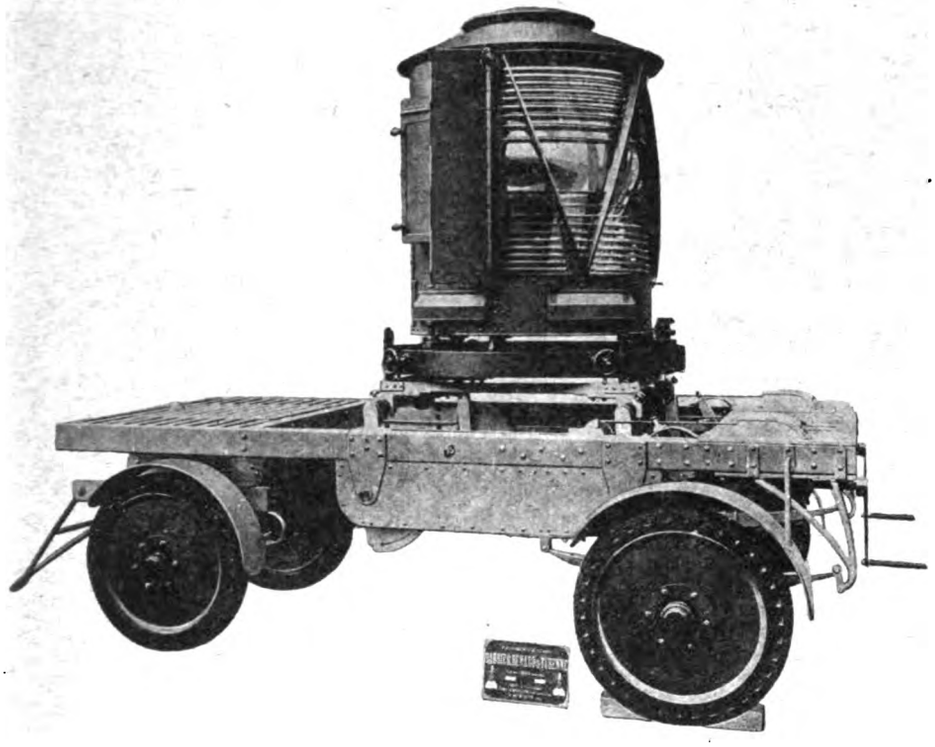
Lampe du projecteur d'atterrissage

canée. L'optique est protégée par des volets repliables en tôle.

L'ensemble du projecteur repose sur un plateau de base muni de trois pattes

Digitized by Google

avec vérins à rotule permettant de régler l'horizontalité de ce plateau au moyen de niveaux à bulle d'air placés suivant deux axes rectangulaires.



Projecteur diaphtrique d'atterrissage sur remorque métallique à 4 roues dispositif d'élévation et d'orientation.

En vue de sa mise au foyer, la lampe peut se déplacer suivant trois directions rectangulaires.

Le projecteur peut être alimenté indifféremment par du courant continu ou du courant alternatif sous 110 volts, et recevoir des lampes de 8.000, 20.000 et même de 40.000 bougies. Il est en général monté sur une remorque à quatre roues ou sur un châssis à chenilles. Un système élévateur permet de le monter à hauteur convenable.

La zone éclairée est sensiblement un demi-cercle dont la dimension dépend de la puissance de la lampe. Dans tous les cas, l'éclairage obtenu est parfaitement uniforme et peu éblouissant.

Le dispositif SAUTTER HARLE est constitué par deux réflecteurs paraboliques argentés formant entre eux un angle de 90° environ. Chacun d'eux reçoit la lumière d'une lampe à filament rectiligne de 180 m/m de longueur consommant trois kilowatts. Une extrémité du filament est placée au foyer d'un réflecteur dont l'axe coïncide avec l'un des bords du faisceau. L'autre extrémité étant à 180 m/m du foyer d'un paraboloïde de 200 m/m de distance focale donne naissance à un faisceau très diffus à grosse divergence et faible intensité.

Dans ces conditions, sur l'axe du faisceau où la distance de l'appareil au terrain est le plus faible on a un éclairage modéré, la divergence décroît tandis que l'intensité croît à mesure que l'on s'écarte de l'axe, et l'on obtient ainsi un éclairage sensiblement de même valeur, malgré les causes d'affaiblissement provenant de l'accroissement de la distance et de l'incidence de plus en plus rasante des rayons lumineux.

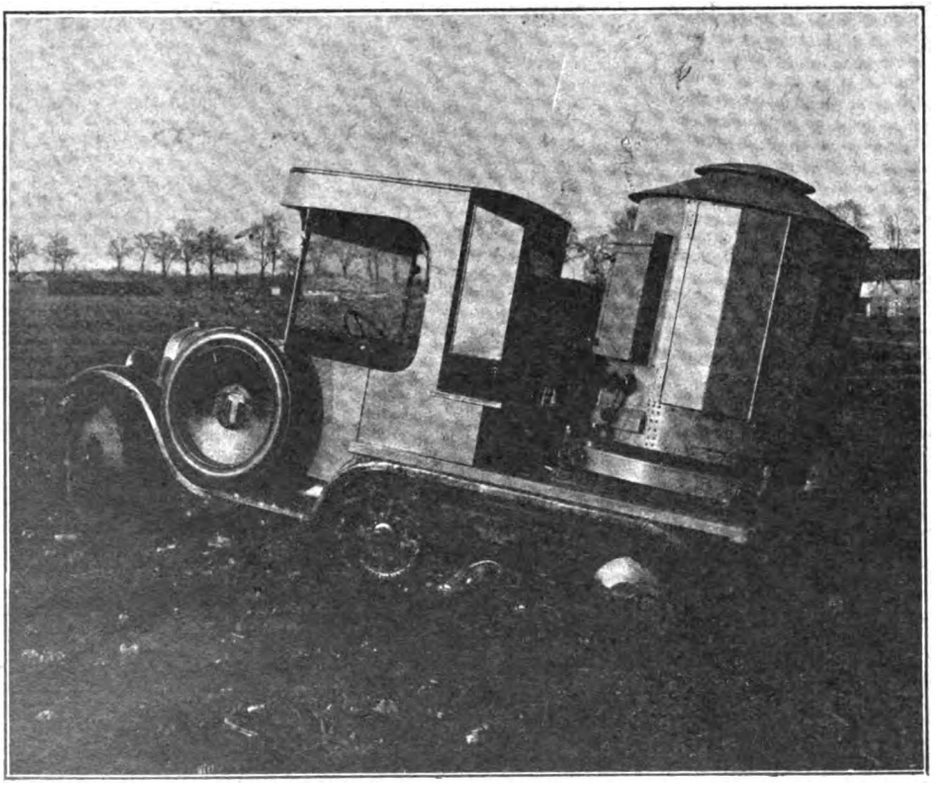
L'éclairage du terrain avec cet appareil est pratiquement uniforme sur une bande assez large, mais il est remarquable que cet éclairage n'est uniforme que pour le pilote qui atterrit et non pour l'observateur placé à terre.

Le dispositif BRANDT et FOUILLERET se compose de deux groupes de deux projecteurs spéciaux à faisceau méplat très divergent dans le plan horizontal (90°) et très peu divergent dans le plan vertical (4 à 5°). Un tel poste consomme environ 6 kw. et permet d'éclairer une bande d'environ 80 mètres de large et de 200 mètres de long.

Ces trois dispositifs sont utilisés seuls ou groupés, suivant les dimensions et la forme de la surface à éclairer. Dans tous les cas, il faudra les orienter de telle façon que l'avion atterrisse vent debout, sans que le pilote soit ébloui. Il faudra donc disposer sur le terrain un certain nombre de prises de courant, ou prévoir un groupe électrogène transportable pour alimenter les projecteurs d'atterrissage.

4°) *Eclairage de l'aire d'embarquement.*

Ce problème d'une importance moindre, qui ne présente aucune difficulté



Projecteur d'atterrissage BBT sur châssis automobile.

Digitized by Google

spéciale, a reçu de nombreuses solutions. Il est en général réalisé au moyen de petits projecteurs placés sur le sommet des hangars.

5°) *Balisage des obstacles.*

Il est réalisé par des feux rouges qui entourent un obstacle susceptible d'être dangereux pour avion à son arrivée ou à son départ.

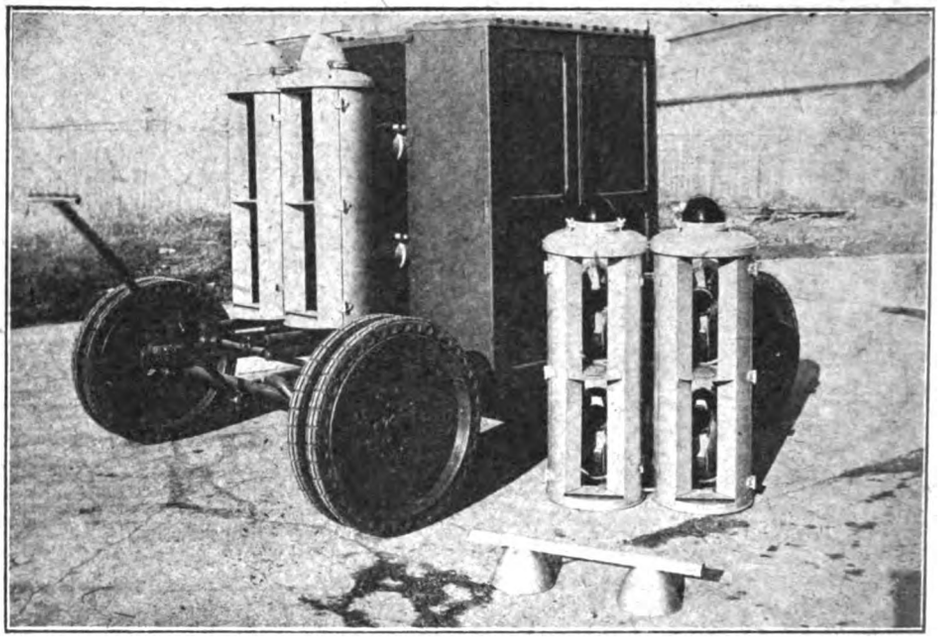
Ces feux sont, en général, constitués par des batteries d'accumulateurs de 6 volts, dont la boîte porte une tige surmontée d'une lampe rouge de 30 ampères.

6°) *Indication du sens du vent.*

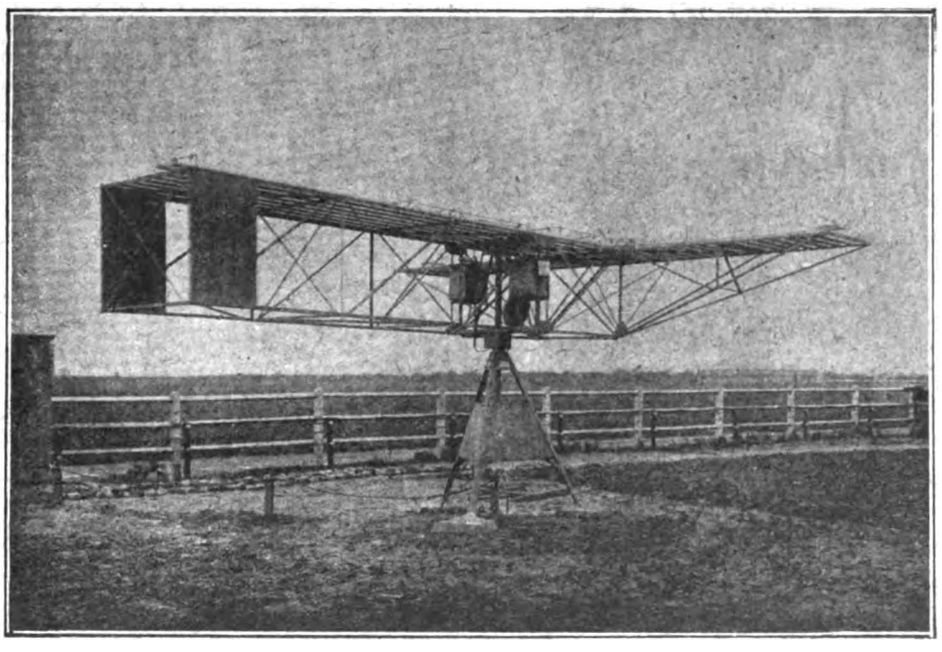
La direction du vent est, en général, donné la nuit par un T orientable dont la surface est tapissée de petites lampes à incandescence, ou dont la forme est matérialisée par des tubes au néon.

7°) *Signalisation terre avion.*

Des dispositifs optiques permettent de communiquer avec l'avion qui survole l'aérodrome. Ils sont constitués, en général, par un groupe de lanternes colorées que l'on peut placer de différentes façons ou que l'on peut manipuler suivant le code Morse.



Projecteur d'atterrissage.



T d'atterrissage avec tube au néon.

Nous n'avons, dans ce qui précède, qu'envisagé les applications les plus importantes de l'électricité en vue de l'éclairage des aérodromes. Il en existe bien d'autres dont le rôle est plus effacé.

Tous ces appareils sont à la disposition du chef de piste qui doit disposer de tous les organes de commande groupés sur un tableau.

Le réseau électrique d'un aérodrome moderne a un développement et une importance considérables et il doit retenir tout particulièrement l'attention des exploitants car il ne doit jamais avoir de panne.

Toutes les sources d'alimentation doivent donc être doublées et munies de mise en marche automatique.

Il est bien évident qu'une panne d'éclairage au moment où un avion atterrit risquerait fort de causer une catastrophe.

Gilbert Evêque

Digitized by Google

L'AUTOMOBILE ET L'ÉLECTRICITE

DÉFAILLANCES DE MAGNÉTOS

Par E. PEPINSTER

Avant tout : du calme

LA panne d'allumage est une des plus impressionnantes qui soient, en raison de sa soudaineté et du caractère toujours un peu mystérieux qui accompagne les phénomènes électriques. C'est pourquoi nous recommandons le calme à ceux qui en sont victimes, tout en comprenant fort bien, et ce excusait leur émoi.

La panne survient quelquefois en pleine marche. On a l'impression que le moteur est subitement tombé dans un trou. Le plus souvent elle se manifeste après un arrêt, par l'impossibilité de remettre le moteur en marche. Etant donné qu'on s'arrête généralement dans une localité, soit pour vaquer à ses affaires, soit pour prendre de l'essence, soit pour déjeuner, soit pour son plaisir, on a du moins le réconfort moral de ne pas se sentir isolé devant l'adversité. Mais ce n'est souvent là qu'une trompeuse illusion. Immobilisé devant la boutique du margoulin qui vous a vendu de l'essence, il vous sera difficile d'éluder ses services pour une réparation qui demande, parfois, une indéniable compétence. Confier votre magnéto à des mains inexpertes, c'est la vouer à la mort.

Que vous soyez seul ou aidé, vous devez agir méthodiquement, en vous méfiant de déductions hâtives, basées sur un diagnostic improvisé.

Assurez-vous d'abord que la magnéto ne donne pas.

Rien n'est plus simple, il suffit de poser successivement la main sur la tête de chacune des bougies pendant que le moteur tourne, soit à la manivelle, soit au démarreur. La petite commotion produite par le courant secondaire est totalement inoffensive, surtout aux basses allures du moteur. C'est le mode d'auscultation le plus sûr et le plus rapide.

Si toutes les têtes de bougies reçoivent le courant, la panne se localise: incriminez les bougies. Il est d'ailleurs fort rare que les quatre ou les six bougies d'un moteur vous lâchent simultanément. N'importe, l'hypothèse doit être envisagée.

Si vous ne recevez qu'une ou deux commotions, concluez à une grillade plus ou moins totale de vos fils de bougies dans leur gaîne.

Si vous ne ressentez rien, n'incriminez pas encore la magnéto. Très souvent la panne consiste dans une masse sur le fil de l'interrupteur. Détachez donc ce fil et recommencez l'auscultation.

Si elle donne un résultat positif, vous en serez quitte pour rouler sans fil de masse et arrêter votre moteur en fermant les gaz et en embrayant doucement sur une vitesse quelconque, le frein à main étant serré. Lorsque vous en aurez le loisir, vous démonterez votre fil et vous examinerez l'interrupteur.

Si la magnéto reste muette, c'est bien elle qui est en cause. Pour l'examiner tout à votre aise et opérer correctement, démontez-là, en ayant soin de repérer son calage par rapport à l'organe d'entraînement afin d'éviter plus tard la perte de temps d'un remontage à faux.

Les vérifications doivent se faire dans l'ordre suivant:

1°) Propreté du socle. L'essuyer, ainsi que le dessous de la magnéto, car l'huile est un isolant qui compromet le retour à la masse du primaire et du secondaire;

2°) Etat et écartement de vos platinées. Le réglage s'effectue en agissant à l'aide de la clef spéciale sur la vis platinée longue. La clef porte une jauge qui donne l'écartement normal (4/10 de m/m environ);

3°) Ressort du rupteur;

4°) Marteau du rupteur, qui peut être coincé sur son axe;

5°) Propreté du distributeur et de la bague collective de secondaire;

6°) Etat des divers charbons.

Là se bornent les opérations de la compétence du conducteur. Le démontage de la magnéto lui-même n'a pas d'intérêt car il est impossible, sans outillage spécialisé ou stock de rechanges approprié, de remédier à un grillage de condensateur ou à une défaillance de l'induit.

Mais voici un cas, assez fréquent, et bien déconcertant pour le conducteur non averti.

La magnéto donne bien et le moteur néanmoins ne part pas.

Généralement, cette carence a été précédée par des troubles d'une nature moins brutale. On a remarqué une diminution de puissance du moteur, une moins grande aptitude à monter les côtes, une plus grande difficulté de mise en marche, une consommation plus élevée, une tendance à l'échauffement.

Dans ces conditions, le diagnostic est simple: décalage vers l'arrière du point d'allumage, l'organe d'entraînement s'étant déplacé par rapport à l'axe, ou présentant un certain degré d'usure. Le remède est du domaine mécanique.

Les cas que nous avons examinés ci-dessus sont les moins graves, et de beaucoup les plus fréquents. On peut en déduire la composition du stock de rechanges d'allumage que l'on doit emporter dans le coffre:

Deux ou trois mètres de fil à bougies;

Deux bougies neuves (au moins);

Un jeu complet de charbons de magnéto;

Un rupteur complet, avec ses vis platinées.

E. Pepinster

Digitized by Google

LE FROID

La conservation des fruits et des fleurs

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

Le lecteur a déjà pu apprécier au cours des deux précédents articles combien le froid jouait un rôle important dans l'économie moderne. Après la conservation des œufs, on trouvera étudiée ici celle des fruits et des fleurs, commerce de luxe qui permet aux devantures de nos fleuristes et de nos grands magasins, à nos tables aussi de conserver un aspect si gai.

D'ANNÉE en année, la conservation des fruits, par le froid artificiel, dans des installations frigorifiques spécialement aménagées dans ce but, a pris une importante croissante et tend à se généraliser. Ce système de conservation est de tous ceux susceptibles d'être employés, le seul qui maintienne assez longtemps et le plus intégralement les caractères organoleptiques du fruit. Seul il prévient les pertes et réduit les déchets : il rend possible une large répartition des produits et permet le développement des cellules intensives dans les régions, qui par leur climat, la constitution géologique de leur sol, leurs traditions culturales, s'adaptent plus particulièrement à la production de produits sélectionnés.

En France, on est regrettablement en retard dans cette voie : on admet généralement qu'une action énergique devrait être développée, tant pour diffuser la culture des fruits dans les régions appropriées, que pour soumettre les produits obtenus à une conservation rationnelle avec le concours du froid artificiel, et enfin pour organiser des moyens de transport adaptés à cette marchandise fragile, avec wagons frigorifiques. Il serait indispensable également de procéder à un triage préalable des produits et d'effectuer l'emballage avec méthode, dans des matériaux convenables. On est en effet bien loin de procéder convenablement, sauf dans quelques régions à l'avant-garde du progrès.

∴

Une organisation complète, faisant face à tous les besoins, doit assurer l'approvisionnement du marché dans des conditions satisfaisantes d'opportunité, de quantité, de qualité, de prix. Il faut en outre observer que dans les grands centres industriels où la consommation des fruits augmente, grâce à la situation considérablement améliorée des classes ouvrières, cette consommation est entravée, uniquement par l'état défectueux des marchandises offertes sur le marché.

L'organisation doit en outre envisager l'extension du trafic des exportations dont les avantages ne font de doute pour personne ; il faut donner satisfaction dans des conditions convenables à tous points de vue, aux demandes des régions que leur situation géographiques ou les exigences de leur consommation rendent tributaires de notre pays. On peut augmenter progressivement leur demande ; on peut y lutter avec succès contre la concurrence étrangère : il suffit pour cela de disposer sur notre sol des moyens adéquats à ce genre de trafic que la fragilité du produit rend extrêmement délicat.

Les applications du froid artificiel à la conservation des fruits peuvent être ramenées aux deux groupes principaux suivants :

1° Refrigération et conservation des pommes, poires, raisins, pendant un temps suffisant pour en échelonner la consommation sur une période de l'année dépassant assez considérablement la période de récolte. On peut ainsi consommer ces fruits pendant une partie assez importante de l'hiver, et même jusqu'au printemps ;

2° Réfrigération et conservation des cerises, fraises, framboises, prunes, abricots, pêches pendant un temps beaucoup plus court, mais suffisant pour en assurer la distribution sur les divers centres de consommation dont on a pu se ménager l'approvisionnement. On ne peut espérer pour ces fruits trop fragiles, les conserver pour en prolonger dans le temps la consommation : on se contente de les rendre transportables pour en étendre la consommation dans l'espace.

L'abaissement de la température des fruits, n'en arrête pas la transformation ; il ralentit seulement, d'une façon plus ou moins accentuée, le processus de la maturation ; aussi la conservation en est limitée à une période qui dépend de l'espèce ou de la variété des fruits, de l'état et de l'âge des arbustes ou arbres qui les ont produits, de la nature du sol, des conditions météorologiques qui ont présidé à leur croissance et surtout à leur récolte. L'expérience indique avec une approximation suffisante la durée de conservation que l'on peut espérer dans chaque cas particulier.

Si l'on veut accroître la durée de conservation, les difficultés augmentent. Les soins exigés sont plus rigoureux, le pourcentage de déchets beaucoup plus élevé. Aussi cette conservation pour être industriellement possible, c'est-à-dire à un prix de revient rémunérateur, ne doit pas être tentée au delà de certaines limites. On ne peut guère pratiquer la conservation du raisin, au delà du mois de janvier, celles des pommes et des poires au delà de mars ou avril. Quant aux fruits d'été, cerises, fraises, etc., on peut les conserver 15 ou 20 jours soit le temps nécessité par leur transport et leur distribution.

Quoi qu'il en soit, la condition primordiale d'un bon résultat est de soumettre le produit au refroidissement, immédiatement après la récolte. Il est donc nécessaire que le frigorifique se trouve le plus près possible du centre de récolte. En ce qui concerne les fruits d'été, cette précaution est essentiellement indispensable. Les installations frigorifiques servent principalement à la réfrigération des lots à expédier. Leur transport se fera ensuite en wagons frigorifiques à forte isolation, ou en wagons à refroidissement par bacs à glace. L'application du froid à ces fruits n'offre pas de particularités spéciales.

Digitized by Google

Généralement elle se fait dans des frigorifiques coopératifs construits par les producteurs d'une région (1).

Pour les fruits d'automne, pommes, poires, raisins, la réfrigération immédiate n'est pas une condition aussi impérieuse qu'elle l'est pour les fruits d'été. Aussi existe-t-il deux systèmes d'entreposage et deux types d'installations. Il y a d'abord les entrepôts ruraux appartenant aux producteurs ou exploités par eux. Il existe, en outre, des entrepôts situés dans les centres de consommation ou les nœuds de communication; ces entrepôts appartiennent à des spéculateurs qui les exploitent, ou les louent à des commerçants pour y emmagasiner et conserver les récoltes achetées sur les lieux de production. Le fruit est trié, emballé sur place et expédié à l'entrepôt frigorifique.

Toutes les préférences, au point de vue économique et social, doivent aller aux entrepôts de la première catégorie, aux entrepôts ruraux. Au point de vue technique ils offrent l'avantage de permettre l'application de la réfrigération immédiate même aux fruits d'automne. Les transports sont ensuite effectués pendant la saison la plus favorable et au fur et à mesure des demandes. Ainsi on évite la congestion des transports au moment de la récolte; les producteurs peuvent retirer de leurs fruits le bénéfice maximum compatible avec les exigences des consommateurs; enfin ces derniers peuvent, grâce à l'élimination des intermédiaires, payer le prix minimum.

Les fruits (pommes et poires d'hiver) doivent être emmagasinés et expédiés en barils ou en caisses; l'emploi de ce dernier mode d'emballage est particulièrement indiqué pour les fruits de choix, et celui en barils pour les fruits ordinaires. Les meilleures pièces, les variétés spéciales, destinées à une conservation prolongée seront enveloppées dans une ou deux feuilles de papier. Ce serait une erreur de supposer que les frais d'un triage ou d'un emballage soignés doivent être réduits pour éviter d'avoir à les récupérer ou à courir le risque de n'être pas payé de ses débours: la quantité de rebuts est ainsi notablement réduite ; d'autre part les prix de vente sont bien supérieurs lorsque les fruits sont bien choisis et bien présentés.

Les dimensions des caisses et des barils doivent être strictement fixées. Une marque extérieure doit très honnêtement indiquer la qualité de la marchandise. On doit proscrire tout procédé qui tend à induire en erreur l'acheteur, tel que par exemple le « panachage » qui consiste à disposer au-dessus de l'emballage les fruits les plus beaux.

∴

Le raisin constitue, par excellence, le fruit dont la conservation en frigorifique s'impose par les bénéfices qu'elle permet de réaliser. Déjà avant la guerre il était reconnu que le raisin augmente rapidement de valeur: de 1 fr. en septembre il était à 3 et 4 fr. en janvier et en fin de campagne, soit en avril, il atteignait 10 et 15 francs. On s'inquiète de ces prix trop élevés : actuellement, dès les premiers jours de décembre, il est à 5 et 6 francs le kilo et finit en avril et mai à 50 ou 55 fr. Les aléas de la conservation règlent les expéditions: il ne faut pas oublier que les prix forts ne sont appliqués que sur les quelques pièces qui ont résisté contre toute espérance à l'épreuve du temps.

La conservation du raisin se fait suivant divers procédés: la seule qui donne des résultats pratiques et largement rémunérateurs est la conservation à rafle fraîche. Le procédé consiste à placer les raisins dans un local où les facteurs de la vie sont réduits le plus possible mais sans être complètement nuls. Les conditions sur lesquelles on doit agir sont donc la température et l'humidité de l'air ambiant.

Le fruitier doit être un local où la température sera abaissée suffisamment et maintenue constante; on doit pouvoir agir de même pour son état hygrométrique. On peut assurément modifier ces deux facteurs primordiaux par l'orientation du fruitier, ou par le choix des matériaux entrant dans sa construction. On pourra, par exemple, pour éviter les variations de température, le construire à double paroi, avec des matériaux isolants, par exemple des briques de liège pour la paroi intérieure, ou avec interposition entre les deux parois de sciure de bois ou de liège. Mais on conçoit que cette installation sera rendue beaucoup plus sûre par la mise en action d'une installation frigorifique qui permettra de réaliser avec toute l'exactitude désirable, la température la plus convenable. L'installation sera beaucoup plus moderne et permettra de travailler avec une sécurité que l'on aurait pas sans cela, ainsi qu'elle permettra d'avoir des raisins en bon état de conservation jusqu'aux extrêmes limites de la saison et de bénéficier des prix hauts qui sont alors pratiqués.

Le succès de l'opération dépend pour une très large part de la qualité des raisins. Il les faut mûrs, à point et sans exagération; les meilleurs sont ceux dont la rafle, les pédicelles, les bourrelets sont le plus volumineux. La matière de réserve accumulée dans ces parties est le meilleur aliment que l'on puisse fournir à la grappe : les cépages le présentant en grande quantité sont ceux dont les fruits sont plus aptes à subir la conservation.

Les raisins arrivés à point comme degré de maturité sont cueillis par une journée de soleil avec une portion de sarment. Il faut avoir grand soin de ne pas les entreposer avec l'eau de la rosée : on les suspend à l'air pour que celle-ci puisse s'évaporer. Quand la température baisse, le soir on les rentre dans le fruitier. Il faut, aussitôt que possible, les alimenter en eau : c'est nécessaire pour conserver la rafle à l'état frais. On obtient ce résultat en utilisant de petites ampoules dans lesquelles plonge le sarment.

Il est important de maintenir le raisin pendant sa conservation à une température basse que l'expérience a permis de fixer à 2° centigrade. Il est bien évident que sans frigorifique on ne peut être certain de pouvoir maintenir une telle fixité de température. Or, si la température s'élève, si peu soit-il, la vie de la grappe n'est pas suffisamment ralentie: elle consomme en trop grande quantité les hydrates de carbone que lui offre la rafle. A basse température au contraire, l'activité physiologique devient de plus en plus faible et sa réserve alimentaire dure beaucoup plus longtemps, permettant ainsi une conservation dans des limites plus étendues.

Le rôle de l'humidité de l'air est également important: pour ce point encore il faut réaliser un dosage judicieux. Dans une atmosphère trop humide, les moisissures se développeront, provoquant des déchets et nécessitant la mise en consommation prématurée. Dans une atmosphère trop sèche, par contre, le raisin évapore de son eau de constitution par suite du déséquilibre; alors la pellicule des grains se ride, la rafle se sèche et l'on n'a plus qu'un produit dont l'aspect est complètement modifié, et dont la valeur marchande est considérablement réduite. L'état hygrométrique doit être maintenu au voisinage de 75 %. Si on l'abandonne à l'équilibre naturel, l'atmosphère de la chambre s'établira assez rapidement à un état hygrométrique trop élevé. Le problème qui se pose dans la pratique consiste donc à réduire la quantité d'humidité que porte l'air des salles: on y arrive facilement en disposant de place en place des corps hygroscopiques qui absorbent la vapeur d'eau en excès par exemple, de la chaux vive, de l'acide sulfurique dont l'emploi est dangereux ou plus économiquement du chlorure de calcium, très avide d'eau, et dont on peut facilement reconstituer la capacité d'absorption en chauffant la solution.

Il se peut que l'on ait besoin par suite de la production d'impuretés, de purifier l'air des chambres. Un moyen infaillible, consiste à brûler des mèches

(1) Il existe plusieurs frigorifiques coopératifs dont l'édification résulte des besoins économiques qui ont donné naissance aux laiteries, fromageries coopératives. Le plus ancien frigorifique coopératif est celui de Condrieu (Rhône), qui prépare des exportations vers toute l'Europe du Nord, particulièrement l'Angleterre et les pays scandinaves.

Digitized by Google

soufrées: l'action désinfectante de l'anhydride sulfureux suffit pour tuer tous les développements microbiens.

Pendant le séjour en chambre froide il faut éviter, dans la mesure du possible, de manipuler les raisins en place. Les allées et venues sont contraires à la régularité de la température dans les cas ordinaires, et sont toujours nuisibles à l'équilibre hygrométrique. Elles provoquent des condensations dangereuses d'humidité, qui se traduisent le plus souvent par l'apparition de la pourriture sur les grappes. On pourra en cas d'accident faire intervenir les propriétés désinfectantes de l'anhydride sulfureux que l'on accompagnera d'une ventilation appropriée.

Sans doute, tout le chasselas que l'on consomme en hiver n'a pas été conservé en frigorifique: des moyens moins modernes donnent des résultats déjà rémunérateurs et à moins de frais. Mais la sécurité n'est obtenue que grâce à l'emploi du froid artificiel. L'art de la conservation du raisin n'a plus de secrets. Les questions importantes de la température et de l'état hygrométrique des chambres sont actuellement mises au point: elles existent naturellement d'une façon exceptionnelle; on peut les réaliser à volonté par l'emploi du froid artificiel.

∴

En ce qui concerne la conservation des fleurs par le froid, le problème n'est pas aussi simple: il est beaucoup plus complexe. La conservation consiste à remplacer le sommeil hivernal naturel par un sommeil artificiel, que l'on peut porter à 8 ou 9 mois et qui permet d'avoir à tout moment de l'année des fleurs de toute variété.

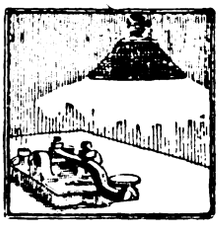
Généralement les jeunes plantes ou les graines sont mises en caisses bien remplies de mousse ou de terreau. Elles sont ainsi protégées contre un dessèchement excessif. Après les avoir bien arrosées on les entrepose dans des locaux maintenus à une température voisine de 0°: on ne doit pas descendre au-dessous de —2° certaines variétés gèleraient ; on ne doit pas laisser la température se relever au-dessus de +6° car certaines fermentations dangereuses pour les plantes se développeraient. La plante à cette température entre en état de vie ralentie: son développement est à peu près complètement arrêté.

Lorsque le moment arrive de rendre à la plante sa vitalité ordinaire pour que par son développement naturel on ait des fleurs en temps voulu, les plantes sont habituées progressivement aux conditions nouvelles de température et de lumière. Pour cela on les laisse dans leur caisse renfermées pendant deux ou trois jours à des températures voisines de 15°: c'est l'adaptation à la température. Puis retirées de leurs caisses elles sont laissées pendant plusieurs jours dans des caves demi-obscures. Par degré, les plantes blanchies à l'obscurité sont amenées à s'habituer à la lumière du soleil: c'est l'adaptation à la lumière. En quelques jours elles vivent à nouveau complètement.

∴

Le frigorifique agricole peut, pendant la morte saison, être utilisé à la conservation des divers produits dont la conservation est favorisée par l'application du froid artificiel : fruits, fleurs, légumes, beurre, œufs, etc. Si bien que son exploitation peut donner par la multiplicité des applications, des résultats financiers rémunérateurs. Il contribue par surcroît à améliorer considérablement le bien-être des populations en leur offrant pendant une partie importante de l'année, des produits dont naturellement, la consommation est restreinte à quelques mois, parfois même quelques semaines seulement. Le frigorifique est économiquement producteur: il crée des utilités.

A. Michel



Digitized by Google

ÉCLAIRAGE

Sources Lumineuses utilisées en Eclairage

par PAGÈS

De tout temps l'homme a éprouvé le besoin d'augmenter sa capacité de production en allongeant la durée du jour par l'emploi de la lumière artificielle. Les sources lumineuses utilisées par les premiers hommes étaient bien rudimentaires: un feu ou une branche d'arbre résineux. Au début de la période historique, on trouve les premières lampes constituées par un récipient contenant de l'huile et dans lequel plonge une mèche. Ce luminaire est à peu près le seul qui ait été employé pendant le moyen âge avec le cierge de cire ou de résine et la chandelle. La bougie, la lampe à huile ou à pétrole sont des inventions des XVIIIe et XIXe siècles. L'éclairage au gaz n'a commencé à être employé que dans le milieu du XIXe siècle qui a également vu naître tout à fait dans ses dernieres années, la lampe électrique à incadescence qui est la source lumineuse la plus utilisée actuellement et qui n'est concurrencée que par les arcs électriques à charbons spéciaux et les tubes à vides.

CLASSEMENT DES SOURCES LUMINEUSES

On peut ranger toutes les sources lumineuses en deux groupes: 1° *Celles où la répartition dans le spectre est continue.*

Ce sont de beaucoup les plus importantes. Elles comprennent les flammes carbonées (bougies, lampes à huile ou pétrole), le manchon Auer, le cratère de l'arc électrique, les lampes à incandescence, etc...

2° *Celles du spectre discontinu* c'est-à-dire celles où la valeur de l'énergie émise varie brusquement d'une longueur d'onde à une autre longueur d'onde très voisine. Tel est le cas de la lampe à vapeur de mercure, des tubes à gaz rares, des flammes de certains arcs, etc...

Pour beaucoup de ces appareils on a souvent un spectre continu émis par une partie de la source qui se superpose au spectre discontinu émis par une autre partie.

On caractérise les sources de la première catégorie par leur courbe d'énergie spectrale et celle de la seconde par la valeur des longueurs d'onde émises ainsi que par l'énergie correspondante.

Les premièrees sont dues aux rayonnements des corps solides portés à une certaine température alors que les secondes sont produites par le rayonnement excité électriquement des gaz sous faible pression.

A. — *Sources à spectre continu.* — Si l'on chauffe un corps solide à des températures croissantes, la quantité d'énergie émise par le corps va aller en augmentant. Elle sera d'autant plus considérable qu'il se rapprochera davantage d'un

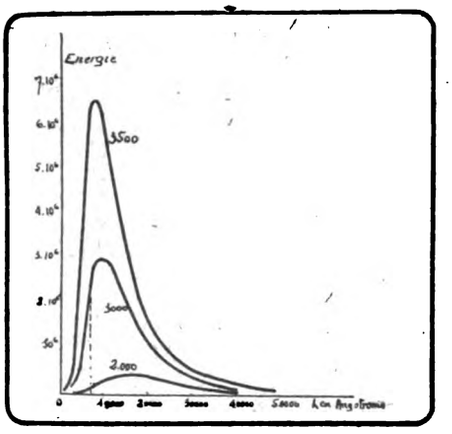


FIG. 1

corps hypothétique appelé « corps noir» et qui est caractérisé par le fait qu'il absorbe toutes les radiations qui l'atteignent. Une tel corps n'existe pas mais un certain nombre de matières tel que le noir de fumée, le charbon des cornues, certains oxydes de fer, s'en approchent beaucoup. Pratiquement on construit des étalons le représentant très bien et constitués par un four électrique percé seulement d'une petite ouverture. Toute radiation rentrant par cette ouverture finira toujours par être absorbée après un nombre quelconque de réflexions par les parois du four, ce qui est précisément la propriété caractéristique du corps noir.

Pour le corps noir, l'énergie émise à la température absolue T ($T = t + 273$) (*t* étant la température en degrés centigrades) est donnée par la loi de Stéphan. elle est égale à $F = \sigma \times S \times T \pi S$ étant la surface du corps émetteur et σ une constante égale à $5{,}7 \times 10^{12}$.

Pour un corps quelconque, cette formule serait la même ; seule la valeur de la constante σ changerait; on aurait une valeur σ' plus petite que σ.

$$\sigma' < \sigma$$

Comme on le voit l'énergie émise est proportionnellle à la 4e puissance de la température ; elle va donc croître très rapidement avec elle. Si l'on passe par exemple d'une température de 1000° à une autre de 2546°. La température absolue aura doublé ; mais l'énergie émise sera 16 fois plus grande. On se rend compte de l'intérêt des hautes températures pour augmenter le rendement. L'énergie ne se répartit pas également dans le spectre. Si l'on considère les courbes de répartition du corps noir à différentes températures (fig. 1), on voit qu'elle présente pour une longueur d'onde λ = un maximum très accentué se rapprochant

Digitized by Google

de la partie visible du spectre lorsque la température s'élève. La loi de Wien nous apprend que la position de ce maximum dépend uniquement de la température absolue et que la valeur de son abcisse varie en raison inverse de cette longueur d'onde.

$$\lambda_m \, T = cte = 2886$$

Dans le tableau suivant on trouve quelques valeurs de λ_m données en position de la température centigrade.

37°	9	μ
1000	2,2	μ
2000°	1,25	μ
3000°	0,875	μ
4000°	0.67	μ
5000°	0,54	μ
6000°	0,46	μ
10000°	0,22	μ

On voit qu'à la température du corps humain λ_m est dans l'infra-rouge et qu'il faut une température de 3500° pour arriver au début du rouge pour T = 5000° le maximum coïncide avec le maximum de la courbe de sensibilité de l'œil, ce serait la température idéale pour nos sources lumineuses, malheureusement elles sont loin de l'atteindre.

Ces différentes lois sont résumées dans la formule suivante due à Wien qui donne l'énergie émise pour une longueur d'onde λ à une température *t* donnée

$$W = e \frac{\lambda^{-5}}{C^{\frac{T}{\lambda}} - 1}$$

avec C = 14330

De ces données qui sont des données physiques, on peut déduire les données photométriques qui, seules, nous intéressent. Puisque w est l'énergie émise pour la longueur d'onde λ à la température T l'énergie totale émise sera égale à

$$W = \int W_\lambda \, d\lambda$$

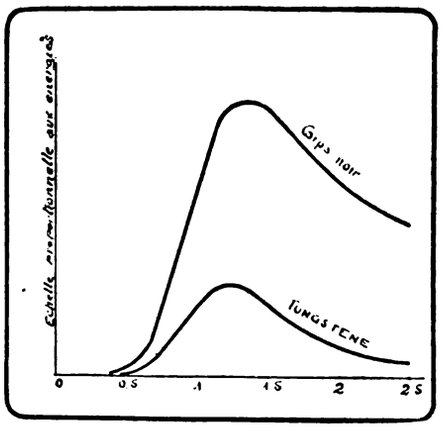


FIG. 2

Si V_λ est le facteur de visibilité que nous avions défini de notre dernier article pour la valeur λ on aura en multipliant par V_λ et en intégrant une valeur proportionnelle au flux lumineux.

$$W = \int_{\lambda = 4.000}^{\lambda = 7.000} W_\lambda \, V_\lambda \, d\lambda$$

Ces résultats se rapportent à l'émission d'une surface de 1 cm² ils permettront donc de calculer la brillance du corps noir.

Dans le tableau suivant on trouve résumées quelques-unes des valeurs que l'on peut ainsi calculer.

TEMPERATURE ABSOLUE	BRILLANCE EN BOUGIE par cm²	CONSOMMATION SPECIFIQUE WATT-BOUGIES
1200	0.014	262
2000	44.3	0.657
3000	2827	0.0521
4000	2134×10^4	0.0199
6000	1.98×10^4	0.0119

Puisque la composition de la lumière émise change avec la température il s'ensuit que la couleur de cette lumière va également varier. Pour les températures relativement basses, 1.000°, la lumière sera rouge. Vers 3.000° elle paraîtra jaune et on admet qu'il faut atteindre 5.200 absolus soit à peu près 5.000° centigrades pour avoir de la lumière blanche. Au-dessus de 5.000° on aura des teintes passant du vert au bleu puis au violet.

Les corps réels comme nous l'avons déjà dit, n'absorbent pas toutes les radiations incidentes. Sur un flux incident F, ils n'en absorbent qu'une certaine quantité F'. Le coefficient d'absorption est

égal à $\alpha = \frac{F'}{F} < 1$ si α est indépendant

de la longueur d'onde on a ce que l'on appelle un corps gris dont la courbe d'émission a la même allure que celle du corps noir à la même température.

Les ordonnées des deux courbes étant dans le rapport σ. Tel est le cas des flammes hydrocarbonées : bougies, lampes à pétrole, etc. où la lumière est produite par des particules de carbone en suspension dans la flamme et qui sont portés à l'incandescence. En général, σ varie avec la longueur d'onde pour la plupart des métaux, il diminue lorsque la longeur d'onde augmente. Tel est en particulier le cas du Tungstène métal le plus important pour l'éclairagiste. Il en résulte qu'il émettra proportionnellement plus de radiations lumineuses que le corps noir. La courbe d'énergie spectrale sera déformée et le maximum sera déplacé vers le spectre visible. Sur la figure II on a représenté les courbes du corps noir et du Tungstène à 2.100 absolus.

Si au lieu de tracer les courbes d'énergie en valeur absolue on les avait tracées en valeur relative de façon que les ordonnées coïncident pour une longueur d'onde correspondante au milieu du spectre visible, on aurait une figure dans le même genre que la figure III. Mais si au lieu d'avoir les courbes des deux corps à la même température, on la faisait pour des températures T' du corps noir supérieures à celle du Tungstène, on trouverait une température T' pour laquelle les deux courbes coïncideraient cette température T' est dite température de couleur équivalente du Tungstène. Nous donnons les températures de couleurs équivalentes pour quelques sources lumineuses :

Bougie	1.920°
Lampe à pétrole	2.045°
Flamme d'acétylène	2.370°
Filament de carbone au régime de 4 watts par bougie	2.070°
Filament de tungstène dans le vide	2.493°
Filament du tungstène en atmosphère gazeuse	2.740°
Cratère de l'arc	3.780°
Soleil	6.000°

Ces sources lumineuses auront toutes une teinte différente; la bougie paraîtra plus jaune que la flamme d'acétylène qui,

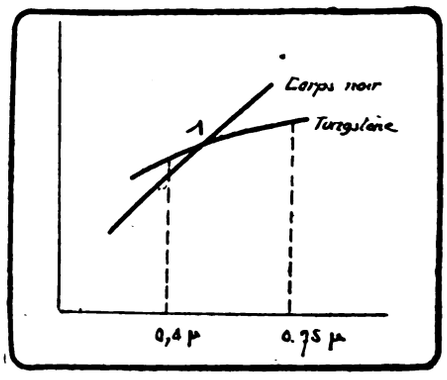


FIG. 3

Digitized by Google

elle même sera plus jaune que la lampe en atmosphère gazeuse, etc...

Revenons à notre source lumineuse habituelle, la lampe à incandescence.

Dans le tableau suivant, on se rend compte des progrès réalisés depuis leur création.

La puissance des lampes à incandescence utilisées a été constamment en croissant. Actuellement, on rencontre pour l'éclairage des studios, des lampes de 3.000 watts et on a réalisé pour les phares, des lampes de 1.000 watts.

Nous avons vu que la température

Nature du Filament	Température du Filament en 0° centigr.	Efficacité Lumineuse Lumens par W.
Filament de carbone non traité (4 w. par bougie)	1.800°	2,6
Filament de carbone traité (3,1 w. par bougie)	1.890°	3,4
Filament d'osmium	1.910°	5,00
» de tantale	1.980°	5,00
» de tungstène dans le vide	2.240°	10,00
Filament de tungstène en atmosphère gazeuse :		
Lampe 100 watts	2.460°	12,9
» 500 watts	2.640°	18,1
» 1.000 watts	2.700°	20,00
» 500 watts pour cinéma	2.940°	27,3

La lampe à filament de tungstène dans le vide avait, déjà constitué une amélioration très importante sur les lampes précédentes, l'efficacité avait doublé et l'on était encore loin du point de fusion du tungstène (voisin de 3.000°). Mais on ne pouvait pas porter le filament à une température plus élevée à cause de la vaporisation du tungstène et du noircissement qui s'ensuivaient par suite du dépôt noir métallique sur les parois de l'ampoule. Pour remédier à cet ennui. on a été conduit à remplir l'ampoule d'un gaz inerte: Azote puis argon. Pour réduire les pertes de chaleur par convertion et par conduction qui s'ensuivaient, Longmuir a eu l'idée d'enrouler le filament sous forme d'une hélice à spires presque toujours la perte d'énergie dépend alors de la surface du cylindre ainsi formé en non de la surface totale du filament.

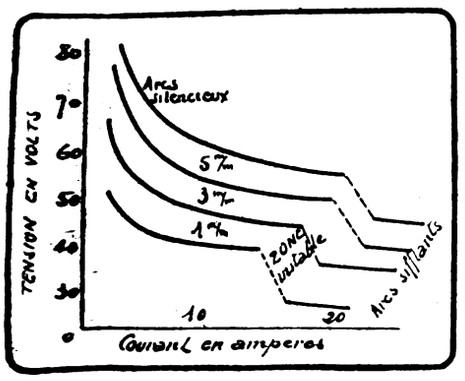


Fig. 4

des couleurs de ces lampes était loin d'atteindre celle du blanc. Il s'ensuit une certaine gêne lorsque l'on veut les utiliser pour échantillonner des teintes. On remédie à cet inconvénient en filtrant la lumière émise avec un verre ou une gélatine colorée en bleu, ceci naturellement aux dépens du rendement. L'absorption théorique d'un tel filtre devant être aux environs de 90 %.

2° *Sources à spectre discontinu.* — Les plus importants sont les arcs et les lampes à vapeur de mercure; nous allons les examiner rapidement tous les deux.

Arc électrique. — L'arc électrique est le type de décharge électrique qui se produit lorsque l'on sépare deux charbons ou deux conducteurs reliés à une source électrique capable de maintenir un courant d'une dizaine d'ampères. Au moment où les deux charbons vont se séparer la surface de contact entre eux deux est très petite la résistance très grande ainsi que la chaleur dégagée; il se forme une tache incandescente. Si les ions positifs émis sont suffisamment nombreux et possèdent une force suffisante, ils maintiendront la cathode incadescente, et la décharge pourra continuer. On voit tout de suite que si la tension augmente la force vive des ions augmentera, leur nombre pourra diminuer et par suite, le courant. C'est ce que l'on voit par les courbes de Ayrton donnant l'intensité en fonction de la tension pour certaines longueurs d'arcs.

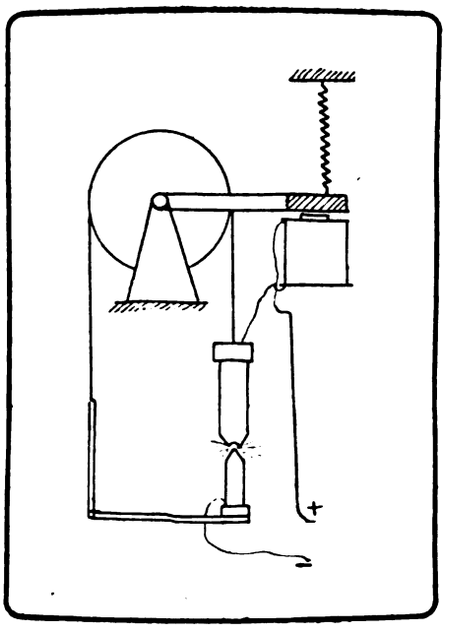


Fig. 5

Ce phénomène empêche l'arc d'être stable; si le courant tend à diminuer la tension tend à augmenter, ce qui est une nouvelle cause de diminution du courant et ainsi de suite jusqu'à ce que l'arc s'éteigne. Pour remédier à cet inconvénient, on ajoute en série avec l'arc une résistance, ou dans le cas du courant alternatif, une self. Dans un arc à courant continu, les deux charbons présentent un aspect différent: le charbon négatif s'affine en forme de cône dont la température est d'environ 2.700° et à l'extrémité du charbon positif, se forme un cratère porté à environ 3.600°. Avec les arcs ordinaires, la plus grande partie de la

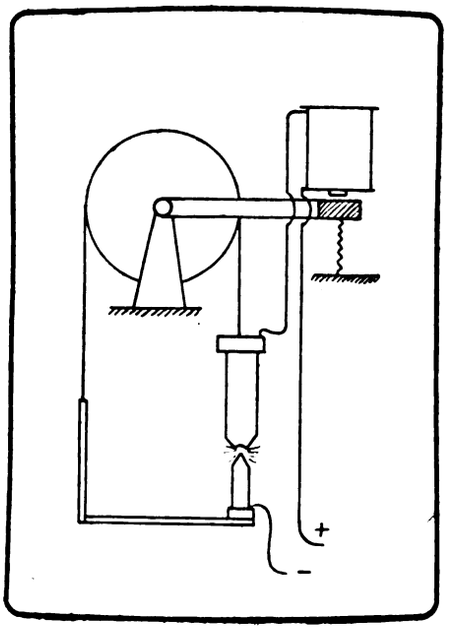


Fig. 6

Digitized by Google

lumière émise provient des charbons: 85 pour le charbon positif, 10 parties pour le charbon négatif. Ce sera donc un spectre continu contenant quelques faibles raies venant des gaz de l'atmosphère.

L'arc produit entre deux charbons ordinaires donne une lumière vacillante; pour remédier à cet inconvénient on a foré l'âme de ces charbons et on l'a remplie de charbon en poudre, ce qui a pour effet de fixer le cratère positif.

Si on mêle à la poussière de charbon constituant la mèche des oxydes métalliques tels que ceux de calcium, cérium, tungstène. Les vapeurs produites sont portées à l'incandescence et la luminosité augmente beaucoup. Le cratère sur le charbon positif est remplacé par une surface de vaporisation très petite dont l'éclat n'est pas beaucoup supérieur à celui de l'arc qui fournit 85 % de la lumière produite, lumière constituée par les raies caractéristiques du métal introduit dans la mèche.

Pour que l'arc subsiste il faut que la distance entre les deux conducteurs soit maintenue constante. Lors des premiers essais d'éclairage électrique Jablochkoff avait résolu le problème en disposant les deux charbons verticalement et en remplissant la distance les séparant par une matière isolante fusible formée de kaolin et de plâtre. A mesure que les charbons brûlaient la matière isolante les séparant fondait. Une bougie ainsi constituée durait environ deux heures. Actuellement on utilise les régulateurs qui sont de trois sortes.

A) Régulateur dérivation (fig. 5) au repos les deux charbons sont maintenus écartés par un ressort, le courant passe, l'électro aimant attire la palette et amène les 2 charbons en contact à ce moment la différence de potentiel aux bornes de l'arc est très faible, tout le courant passe dans l'arc, la palette remonte ainsi que le charbon. Ce type de régulateur assure un voltage constant aux bornes de l'arc.

B) Régulateur Série (Fig. 6). Dans ce cas les charbons au repos sont en contact, le courant passe, la palette mobile est attirée et les sépare. Ce dispositif assure un courant constant ce qui est nécessaire dans les distributions à potentiel constant.

C) Régulateur différentiel (Fig. 7) Une bobine montée en série et une autre montée en parallèle sont disposées de façon que leur action se contrarie sur la palette mobile; avec ce systhème, le courant dans l'arc et la tension aux bornes restent dans un rapport constant. Les lampes à arcs ont été utilisées pour l'éclairage public. La consommation spécifique assez faible 0,5 à 0,7 watts par bougie les rend intéressantes, malheureusement il nécessite beaucoup d'entretien pour le remplacement des charbons. On est arrivé à augmenter considérablement leur durée en faisant brûler l'arc en vase presque clos de façon à n'introduire que la quantité d'air nécessaire pour brûler la vapeur de carbone produite, c'est la lampe en vase clos. Elle a été perfectionnée vers 1910 de façon à permettre l'utilisation des charbons minéralisés. Dans la lampe ordinaire à vase clos des vapeurs métalliques produites se condensent sur les parois froides de la lampe et absor-

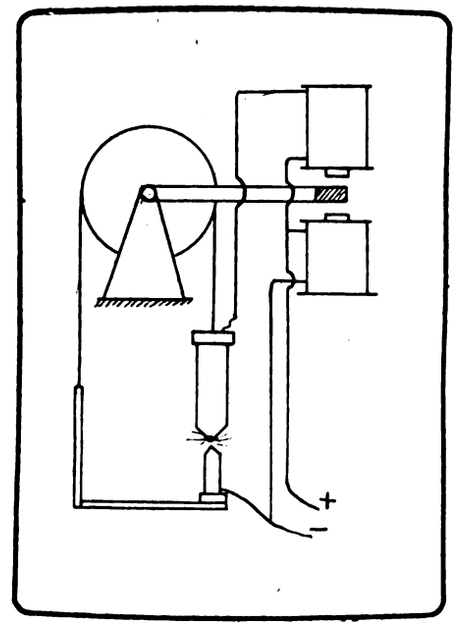


FIG. 7

bent une bonne partie de la lumière dans les lampes modernes. On utilise un globe de forme particulière divisé en 2 compartiments séparés par une partie étranglée l'arc jaillit à la partie supérieure dont la température se maintient élevée. Au contraire, la partie inférieure reste froide et les vapeurs métalliques vont y condenser, la durée des charbons dans de telles lampes est d'environ 100 heures.

Actuellement les lampes à arcs sont de plus en plus abandonnées, elles sont encore utilisées dans les studios à cause de leur lumière très riche en U. V. et pour la même raison en actinologie.

Aux Etats-Unis, on utilise pour l'éclairage public des arcs à électrodes métalliques. L'électrode métallique inférieure est formé d'un tube de fer contenant 60 % de magnétite ou axyde de fer, 27 % oxyde de titane et 13 % d'un minerai de fer chromé. L'électrode supérieure ou anode est un cylindre de cuivre ou de laiton formant cheminée. La seule application en France de ce système d'éclairage est celle du canal de Caen à la mer.

Lampes à vapeur de mercure. — Elles sont dues à l'inventeur américain Cooper Hervet qui les a mises au point vers 1900.

Elles se présentent en général sous forme d'un tube de verre de 300 mm de diamètre et de un mètre de long. L'électrode négative est constituée par un renflement de dimension déterminée d'une des extrémités du tube qui contient le mercure, l'anode est formée par une petite clochette de verre. Pour allumer le tube on l'incline de façon que le mercure de la cathode vienne toucher l'anode lorsqu'on le relève l'arc jaillit. Sur la cathode on voit se déplacer une tache brillante, c'est la lumière négative des tubes de geisler qui est ici réduite à un spot mobile et brillant. Au début il y a encore peu de mercure volatilisé la pression est faible, la lueur positive remplit tout le tube, peu à peu la pression monte, cette lueur se resserre pour ne plus présenter à la fin que l'aspect d'un cordon brillant et étroit lorsque le régime est établi. On peut allumer une lampe à vapeur de HG sur courant alternatif la munissant de deux anodes qui fonctionnent chacune pendant une alternance du courant alternatif. Elles jouent le rôle de redresseur, le tube à HG étant parcouru par un courant toujours dans le même sens.

Avec les lampes à enveloppe de verre, il faut éviter d'avoir un régime trop élevé pour éviter le ramollissement des parois, aussi emploie-t-on des lampes en quartz dont le rendement est bien meilleur 0,25 watts par bougie au lieu de 0.45 avec la lampe en verre.

Comme on le voit, le rendement est bien supérieur à celui des lampes à incandescence, malheureusement la lumière produite est très fortement teintée, ce qui gêne pour beaucoup l'usage.

Dans le spectre visible les principales raies émises sont :

2 raies jaunes (5790/5777 A.) ;
1 raie verte intense, 5460 A.
1 raie violette, 4.360 A.
1 raie dans l'extrême violet, 4040 A.

Il y a donc absence presque complète de rouge, la lumière émise donnera aux

Digitized by Google

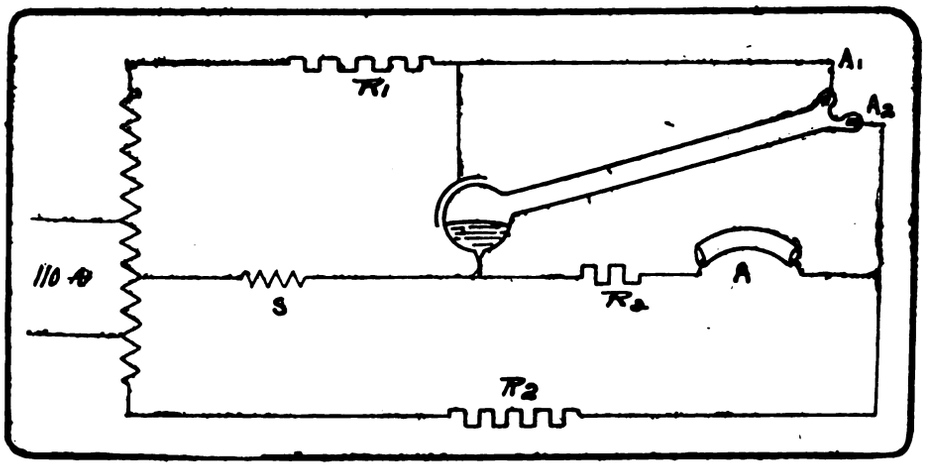
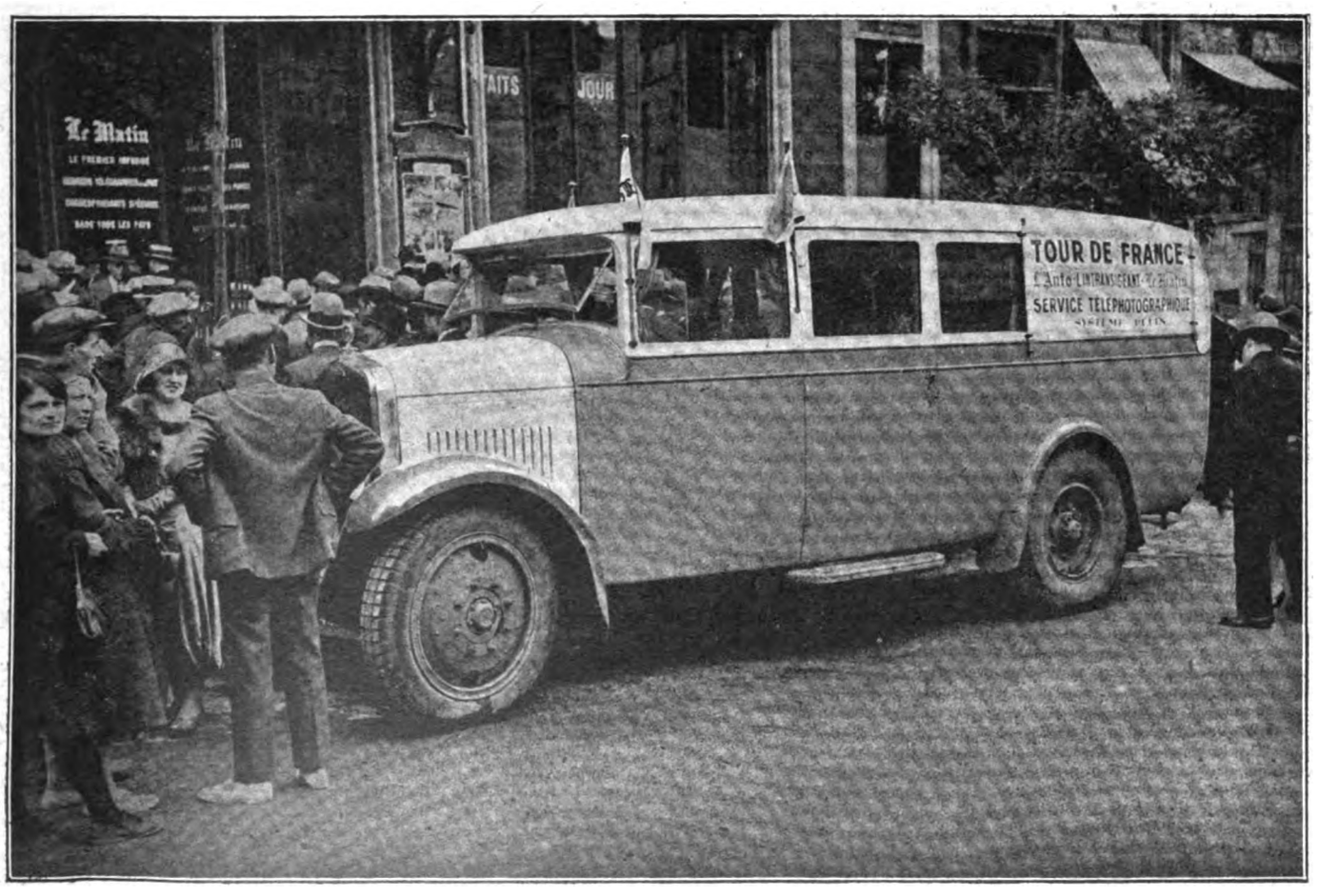


FIG. 8

objets un aspect inaccoutumé, les rouges paraîtront noirs et les bleus et verts très brillants.

Conclusion : actuellement la lampe à incandescence parait être arrivée au plus haut degré de perfectionnement possible et les seules améliorations de rendement possibles ne pourront avoir lieu qu'aux dépens de la durée. C'est les tubes à vide et peut être les arcs qui seront les sources lumineuses de l'avenir à rendement plus élevé. Certains résultats obtenus tout récemment incitent à le penser. Nous étudierons ce type d'appareils lorsque nous ne nous occuperons que des réclames lumineuses pour lesquelles ils sont presque exclusivement employés.

PAGES.



La voiture Belinographe du Tour de France

Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

Selfs de choc Dyna

DANS tous les montages modernes, qu'il s'agisse de rerecevoir les ondes de broadcasting ou les ondes courtes, l'emploi de selfs de choc devient de plus en plus fréquent. Ces organes, encore trop souvent négligés, sont d'une grande utilité partout où il s'agit d'empêcher les courants de haute fréquence de se dériver dans les batteries, ce qui occasionne une importante perte de puissance dans les auditions.

Avant tout, une self de choc doit présenter une grande impédance aux courants H. F. et une faible résistance au courant continu d'alimentation.

Dans ses grandes lignes le problème revient à trouver la forme de bobinage qui donne le plus grand rapport $\frac{L}{CR}$

R étant la résistance en haute fréquence.

La majorité des bobines de choc que l'on trouve dans le commerce sont constituées par un mandrin à gorges, dans lesquelles est enroulé un nombre suffisant de tours de fil, de façon à obtenir une longueur d'onde de résonance plus longue que la plus grande longueur d'onde à recevoir. Malgré les soins apportés à leur confection et la qualité des matériaux composants, ces selfs ne possèdent pas une efficacité maximum, car un effet de capacité assez important est produit par les cloisons en isolant, qui séparent les bobinages et par l'ensemble des petits condensateurs formés par les spires massées, séparées par l'isolant du fil. En un mot, la capacité répartie est grande, il est nécessaire de la réduire au minimum, car il ne faut pas oublier qu'un condensateur se laisse traverser facilement par les fréquences élevées. Le résultat est que la self propre se trouve diminuée par une fuite plus ou moins importante des courants que l'on veut arrêter.

C'est pour remédier à cet état de chose que les Etablissements Dyna ont créé et mis au point deux bobines de chocs étudiées dans tous leurs détails pour donner un rendement supérieur.

La première, pour les postes destinés à la réception des stations de broadcasting, est constituée par un mandrin d'ébonite *sans gorges* sur lequel sont disposés les bobinages multiples avec l'air comme diélectrique.

Ces enroulements, au nombre de cinq, sont exécutés d'une façon spéciale, tenant un juste milieu entre le nid d'abeille et le bobinage massé. Quoique de faible épaisseur, ils sont très rigides et en fil non verni, l'extérieur seul est imprégné pour éviter les pertes par conductibilité superficielle dans une atmosphère humide.

Les sections de bobinage sont effectuées successivement avec le même fil, il n'y a ainsi aucune soudure, ce qui évite tout point faible et est une garantie de durée.

L'ensemble est recouvert de rhodoïd transparent, laissant voir la disposition intérieure de l'ensemble.

La fixation se fait au moyen d'une patte double de laiton et de deux vis ; l'entrée et la sortie du bobinage aboutissent à deux bornes placées sur la flasque supérieure.

Cette bobine de choc (fig. 1) est pratiquement efficace de 10 à 2.700 mètres ; cependant les Etablissements Dyna construisent un organe spécial pour les ondes courtes.

Cette deuxième self se présente sous la forme d'un tube d'ébonite de toute première qualité sur lequel est disposé un enroulement d'une seule couche en fil émaillé d'assez forte section. Les bornes de liaison, ainsi que les pattes de fixation sont placées sur deux épaulements se trouvant aux extrémités, ce qui assure une grande solidité, l'ensemble est également recouvert d'une feuille de rhodoïd transparent qui *se trouve séparée du bobinage par une couche d'air.*

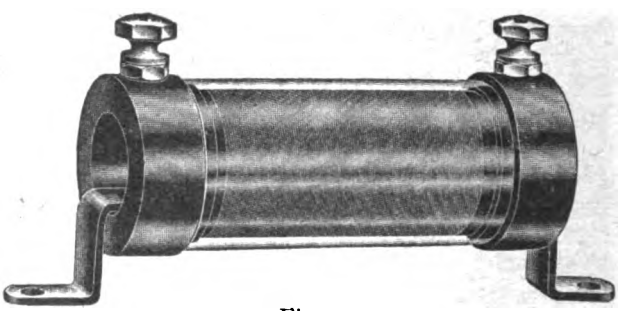


Fig. 1

Cette self, efficace de 10 à 100 mètres, fera la joie des amateurs d'ondes courtes, tant émetteurs que récepteurs : elle peut en effet supporter sans dommage un courant continu de 80 à 100 milliampères, ce qui, en émission, correspond à une puissance rarement atteinte dans le monde des amateurs.

Digitized by Google

BOURSE DE PARIS du 15 Juillet au 10 Août

COURS DES MERCREDI ET VENDREDI

DESIGNATION DES VALEURS	17	19	23	25	30	1	6	8
Accumul. électr. Dinin. ..... ex-c. 32	440	447	440	435	425	415	425	410
Alsthom (const. élec. et méc.).. c. 1 att.	1239	1240	1250	1240	1241	1241	1240	1240
Applications industrielles. . . . . ex-c. 25	798	800	799	800	795	799	791	781
Bretonne d'électricité (Sté). ... ex-c. 7	625	620	612	610	603	611	613	612
Câbles télégraphiques. . ..... ex-c. 20	400	409	400	397.5	385	379	375	389
Centre électr. act. 500 fr..... ex-c. 16	1549	1521	1537	1520	1539	1550	1550	1550
Distrib. électr. de l'Ouest. ..... ex-c. 10	1125	1152	1149	1141	1140	1137	1120	»
Eclair. force électr. (250 fr.).... ex-c. 10	1867	1850	1785	1900	1878	1880	1787	1705
Edison (C° Continentale) B.... ex-c. 66	1330	1335	1315	1335	1333	1330	1349	1349
— parts de fondateur. . ..... ex-c. 43	1775	1775	1785	1760	1780	1745	1750	1725
Electricité de Caen. . ..... ex-c. 32	637	630	615	620	618	610	595	595
Elec. et gaz de la B. Moselle.. c.10 att.	605	620	630	630	610	603	619	600
Elect. de Limoges . ..... ex-c. 38	573	584	582	578	575	570	574	574
Elect. de Paris. . ..... c.24 att.	1761	1780	1808	1815	1796	1785	1758	1760
— parts. . . .. c.24 att.	17650	17600	17900	18100	18175	18450	18350	18100
Elect. de la Seine, parts..... ex-c. 1	9300	9225	9300	9440	9400	9300	9270	9260
Elect. du Nord (C°)..... ex-c. 24	1135	1120	1120	1100	1120	1100	1055	1080
Energ. Elect. (C° Cent. d').... c.19 att.	1520	1515	1520	1498	1485	1490	1499	1420
— Basse Loire. . ..... ex-c. 9	895	950	942	962	974	936	910	920
— Haute-Garonne. . . . . c. 1 att.	555	558	560	»	558	560	555	»
— Sud-Ouest ord. . ..... ex-c. 17	1530	1595	1593	1585	1576	1554	1590	1578
— — prior. . . . . ex-c. 10	1530	1600	1595	1600	1599	1592	1579	1590
Est électr. ord. . ..... ex-c. 11	1470	1475	1455	1450	1380	1445	1320	1336
Force et Lumière. . ..... ex-c. 21	510	524	515	510	510	501	497	491
Générale Electr. (Nancy) A. .. c. 5 att.	»	»	»	198	188	187	186	188
— — B. . . . ex-c. 3	280	280	280	280	280	275	280	280
Havraise d'énergie. . ..... ex-c. 39	1400	1420	1410	1415	1415	1410	1405	1408
— act. de jouiss. . ..... ex-c. 37	1189	1200	1180	1182	1181	1181	1183	1183
Hydro électr. d'Auvergne. ..... ex-c. 19	1660	1645	1641	1626	1630	1606	1640	1600
Ind. Electr. (Sté Générale)..... c.22 att.	1290	1350	1300	1295	1285	1275	1245	1220
Lorraine d'électr. (C°). . ..... ex-c. 14	532	535	538	532	530	513	520	508
Nantaise d'écl. et force. ..... ex-c. 26	649	649	650	647	648	646	630	645
— priorité. . . .. ex-c. 10	618	608	609	600	606	605	591	600
— parts. . . .. ex-c. 11	1430	1390	1410	1447	1476	1425	1450	1450
Radio électrique. . ..... ex-c. 17	190	186	187	195	193	185	189	185.5
Radio France, act. B. . ..... ex-c. 6	529	526	525	520	520	520	518	520
— parts. . . .. ex-c. 4	100	99.5	98.5	»	»	»	93	91
Société Gramme. . ..... ex-c. 33	2275	2255	2270	2275	2283	2210	2335	2320

N. B. — Nous nous contentons de reproduire les cours donnés par les Cotes quotidiennes. Aussi nous déclinons toute responsabilité quant aux cours mentionnés que nous publions sous toute réserve et sans garantie.

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ÉTRANGÈRE

ALLEMAGNE

JAHRBUCH DER DRAHTLOSEN TELEGRAPHIE UND TELEPHONIE. — Tome 35. N° 4. — Avril 1930

Télégraphie et Téléphonie avec des ondes courtes de 0 *m.* 50 *par Shintaro Uda* — Sendaï. — Japon.

Les ondes très courtes sont à l'ordre du jour. Jusqu'ici, en raison de leur faible portée, elles étaient restées strictement dans le domaine du laboratoire. Shintaro Uda, estimant qu'on pouvait leur trouver une utilisation pratique, entreprit une série de travaux sur les ondes très courtes ($\lambda = 50$ cm environ). L'article analysé ici donne les résultats pratiques de ces travaux.

Tout d'abord, l'auteur étudie dans le détail un appareil récepteur pour ondes très courtes. Il est basé sur le principe des oscillateurs d'électrons de Barkhausen agissant par couplage à réaction. L'acord peut être obtenu d'une façon très précise grâce à l'emploi d'un condensateur variable couplé à un système Lecker.

L'auteur passe ensuite à la description de l'appareil émetteur correspondant. C'est un oscillateur d'électrons où la modulation est obtenue par variation de la tension d'anode, afin d'éviter des pertes de puissance l'antenne unique est remplacée par une série de petites antennes successives.

Enfin, dans une troisième partie, l'auteur donne, comme conclusion de ses travaux les résultats pratiques obtenus par l'emploi de ces deux apparelis. Réception parfaite pour des postes de 10 à 30 km. Au cours des applications pratiques, la direction des ondes très courtes fut également étudiée, les résultats dans cet ordre d'idée furent encourageants et permettent d'envisager, dans un avenir assez proche, des conclusions pratiques intéressantes.

L'article est abondamment rempli de schémas descriptifs diagrammes et photographies des appareils utilisés pour les expériences.

La réception des ondes électriques ultracourtes au moyen des oscillateurs d'électrons. — Par Werner Pistor Institut Physico-Technique, Iéna.

Cette étude traite particulièrement d'un appareil récepteur sensible pour ondes ultra-courtes qui permet l'étude de ces ondes pour la signalisation dans la gamme des oscillations optiques et ce pour des portées assez grandes L'étude est basée sur les travaux de Barkhausen d'une part et sur les conclusion qu'Hollmann a tirées de ces travaux. L'auteur a étudié un certain nombre d'appareils émetteurs, les conclusions ont été tirées de la comparaison des résultats des diverses expériences.

L'appareil récepteur devant être suffisamment robuste pour pouvoir être transporté sans dommage et son accord devant être d'une réalisation facile, l'emploi de lampes à filaments oxydés à diamètre d'électrode étroit est à recommander. Expériences faites avec la Telefunken R E 074d où la présence d'une quatrième électrode n'est pas gênante si l'on sait choisir les tension de telle manière que la lampe fonctionne dans les mêmes conditions qu'une lampe à trois électrodes.

Werner Pistor a étudié également la relation qui existe entre la fréquence et les conditions de mouvement dans le cas du mouvement dans le champ retardateur d'une lampe à champ de charge de grille à filaments oxydés.

La réception au moyen d'oscillateurs d'électrons donne lieu aux même phénomènes que la réception avec couplage par réaction. La régulation du non-amortissement du sysatème récepteur peut être obtenu d'une façon pratiquement satisfaisante par variation du courant de chauffage. La meilleure sensibilité fut obtenue en employant un système de réception audion du 1er genre de Cord. La réalisation pratique du récepteur fut faite suivant deux types différents mais comparables qui peuvent être rangés tous deux dans la catégorie des récepteurs à circuit intermédiaire.

Des essais de télégraphie sonore ont été effectués à une distance de 20 km sans que cela doive être considéré comme une portée extrême.

Le couplage par réaction pendulaire qui produit une amélioration notable dans la réception des appareils à couplage par réaction n'a donné avec ce système de récepteurs aucune amélioration sensible, vraisemblablement parce que la super-régénération produit une forte modulation de la fréquence des Electrons.

Remarques au sujet de la création des ondes courtes à l'aide de lampes à électrons — par L. Bergmann Inst. Phys. Univ. Breslau.

Dans un court exposé l'auteur montre que dans les appareils émetteurs à lampes, utilisés pour la génération des ondes courtes la puissance des oscillations dépend dans une très forte mesure de la valeur de la protection contre l'influence des courants H.F. que procurent au circuit de chauffage les bobines d'impédance

Quelques dispositifs efficaces terminent l'article.

Analyses. Comptes rendus. — Parmi les analyses ou compte rendus d'ouvrages récents qui terminent ce numéro du Jahrbuch der Drahtlosen Telegraphie und Telephonie, nous signalerons particulièrement :

a) *Aviation et T. S. F. de* Dellinger et Diamond (analyse de Krûger). Exposé complet et précis de l'organisation de la T.S.F. pour le service de l'aéronautique commerciale aux Etats-Unis. Prévisions météorologiques. Liaisons bilatérales avion-terre Procédés radiogoniométriques pour la direction des avions par temps bouché. Etudes sur les procédés pour faciliter l'atterrissage par fort brouillard.

b) *Indicateur du maintien dans la bonne direction d'un avion dirigé par radio.* — Diamond et Dunmore. Une description sommaire de l'appareil est donnée par Manz.

c) *Emetteurs et récepteurs de Radio-Goniométrie.* Smith Rose. — Historique des expériences et des applications de la Radiogoniométrie. Les conclusions pratiques que l'on doit en tirer.

d) *Essai sur les ondes courtes aux petites distances* (100 km). J, K. Clapp. — Les travaux de Clapp ont permis de tirer un certain nombre de conclusions sur les longueurs d'onde qu'il est plus judicieux d'employer suivant la portée désirée et relativement aux saisons et à certaines heures du jour ou de la nuit.

e) *La transmission des images*, par Zworykni. — Etude d'un appareil simple (récepteur et émetteur) pour la transmission des images à distance. Cet appareil est facile à établir et à mettre en œuvre, il a donné des résultats très satisfaisants.

f) *La réception des signaux radio et la prévision du temps.* — Colwell. — Etude expérimentale de la variation d'intensité de la réception des signaux radio suivant l'état de l'atmosphère aux environs du lever ou du coucher du soleil permettant de tirer des conclusions météorologiques simples et utilisables pour les 12 heures suivantes.

Ces quatre derniers comptes rendus sont dus à J. Zenneck.

DIE SENDUNG. N° 19. 9 Mai 1930

Le Cinquième anniversaire de la Fondation de la Reichs-Rundfunk Gesellchaft. — Par W. C. Gomoll.

A cette occasion, l'auteur rappelle brièvement comment la société fut fondée, son but : coordonner les efforts et les recherches des groupements locaux et régionaux. s'entremettre dans tous les différends avec l'administration et établir d'accord avec cette dernière, un statut légal de la Radio.

Les résultats obtenus par cette société sont importants, possédant parmi ses dirigeants des fonctionnaires du Ministère des Postes, ainsi que des techniciens qualifiés, c'est à la fois un guide sûr des chercheurs et une protectrice tutélaire des amateurs.

Transport de puissance à l'aide de la Radio, par Dr W. Runge.

L'auteur s'élève contre les relations qui ont paru dans la plus grande partie de la presse d'information au sujet de la mise en œuvre du dispositif d'éclairage de l'Hôtel de Ville de Sydney par un signal radio envoyé de Gênes du yacht de Marconi. En effet pour les journalistes cela constitue un transport d'énergie, or, ce ne fut qu'une parcelle très faible de l'énergie émise qui parvint à Sydney encore dut-elle passer par plusieurs relais où elle fut successivement transformée. En se servant d'une comparaison tirée du travail mécanique, l'auteur démontre que la question du transport de l'énergie est encore dans le domaine des inconnues de la science et qu'à l'heure actuelle ces soi-disant transports ne sont que des transformations successives qui nécessitent une dépense d'énergie supplémentaire considérable. L'expérience de Marconi n'est que l'exercice d'un virtuose de la radio-technique, mais rien de plus.

Digitized by Google

« FUNK », n° 26.

L'Electricité créatrice de sons musicaux. O. SCHULZE.

L'auteur passe en revue les différents procédés mis en œuvre pour obtenir des sons musicaux en partant de l'énergie électrique.

La première réalisation d'un instrument de musique dans lequel les sons étaient produits par des phénomènes électriques fut « l'arc lumineux chantant » de Dudell en 1900.

Les lampes à électrodes une fois entrées dans le domaine de la pratique furent utilisées et le sont encore aujourd'hui dans les appareils musicaux.

En 1915, en Amérique, Lee de Forest fait breveter un appareil dans lequel un clavier permettait d'introduire dans le circuit grille d'un amplificateur des résistances de valeurs différentes, une bobine de réactance et un haut-parleur magnétique étant intercalés dans le circuit d'anode.

Vers la même époque Thérémint réalisait un appareil très différent dans laquelle des variations de capacité d'une « antenne musicale » étaient obtenus par déplacement d'une des mains de l'exécutant à proximité et le long de cette antenne musicale. Des arrangements différents des éléments électriques constitutifs permettaient d'obtenir des gammes d'octaves différents, la réunion d'un certain nombre d'appareils permettant d'exécuter des morceaux d'orchestre à condition d'être utilisés par des techniciens possédant une certaine virtuosité en musique.

Mager modifia l'appareil Thérémint en le mettant à la partie d'exécutants ordinaires chaque note correspondant à la position d'un index le long d'un cadran.

Enfin plus récemment Hugoniot et Givelet ont construit de véritables orgues électriques dans lesquels les tuyaux sont remplacés par des générateurs à haute fréquence à fréquence variables, l'exécution est automatique dans l'appareil Hugoniot par le jeu d'un ergot qui est plus ou moins déplacé par une bande métallique à crans, chez Givelet le déclanchement des ondes musicales est du à un système à clavier et pédales.

Ces instruments permettent des combinaisons plus nombreuses que les instruments ordinaires mais n'étant pas encore entre absolument dans le domaine public il est actuellement impossible d'émettre un jugement définitif sur la valeur de cette musique.

Plusieurs schémas complisent les descriptions techniques.

« DIE SENDUNG ».

Statistique des Amateurs de T. S. F. dans l'Univers.

Cet article est tiré de la nombreuse documentation qu'a publiée la *Reichs Rundfunk-Gesellschaft* à l'occasion du cinquième anniversaire de sa fondation.

L'auteur établit deux tableaux donnant l'un le chiffre total par nation, l'autre la proportion des amateurs relativement au chiffre total de la population.

Sur un total de près de 23 millions d'amateurs, près de la moitié 11 millions sont des Américains du Nord, viennent ensuite les Allemands et les Anglais pour un effectif d'environ 3 millions chacun les Français suivent au nombre de 1.100.000 puis viennent le Japon, la Russie et la Suède.

Si l'on compare les chiffres globaux et la population totale des différents Etats on voit Etats-Unis d'Amérique à part que la Radio est surtout répandue dans de petits Etats de faible population mais de niveau d'instruction élevé et où le climat rude confine souvent les habitants chez eux, le Danemark, la Suède, l'Autriche, la Lithuanie, ensuite seulement viennent l'Angleterre l'Allemagne, la Hongrie, la France.

Ces tableaux sont accompagnés de considérations particulières pour chacun des Etats envisagés et qui expliquent les chiffres des deux tableaux précités.

La dernière randonnée du Zeppelin et la T. S. F.

Le chef du service de radio à bord du « *Graf Zeppelin* » W. Dumcke décrit l'installation de bord du dirigeable. Il expose ensuite à quels usages doivent servir les appareils de T. S. F. à bord d'un navire aérien au cours des longues randonnées puis il illustre tout ceci en donnant un résumé succint et vivant de son journal de marche.

L'automobile et la T. S. F.

L'auteur après avoir énuméré les avantages que peut procurer la T. S. F. pour les automobilistes, exprime le vœu que les réalisations existantes en Amérique soient développées ailleurs.

Il constate que une des difficultés pour établir des prototypes d'appareils récepteurs de bord vient des différences énormes qui existent suivant les marques au point de vue des emplacements disponibles pour l'installation des appareils ce qui tant qu'une normalisation partielle n'aura pas été admise le monopole de la construction d'appareils de T. S. F. pour autos sera l'apanage des constructeurs d'automobiles, encore faudrait-il qu'ils se décident à suivre l'exemple des Américains, si on veut mettre ce dernier perfectionnement à la disposition d'un grand nombre d'usagers de l'automobile.

—o—

ANGLETERRE

THE AMATEUR WIRELESS

Télévision bilatérale par A. Hunter

L'auteur décrit une démonstration de Télévision bilatérale faite récemment aux Etats-Unis en présence d'une assemblée de journalistes américains.

A chacun des deux postes se trouvait une cabine téléphonique d'un modèle spécial permettant aux interlocuteurs de se voir l'un l'autre pendant toute la conversation et la disposition des écrans était telle qu'ils avaient la même sensation visuelle que si le correspondant était réellement présent. L'auteur décrit en détail les différentes installations et termine en disant que cette démonstration recueillit un succès mérité.

Antennes portatives,

L'auteur s'étonne de l'usage restreint des antennes avec les appareils portatifs bien que celle-ci donne des rendements meilleurs et sans réglage de position comme pour les appareils à réception sur cadre. Un moyen simple d'avoir une antenne portative est de transporter quelques mètres de fil d'antenne que l'on suspend à un arbre ce qui donne très facilement une antenne unifilaire de 3 m. à 3 m, 50 bien suffisante pour recevoir les grands postes voisins lors des promenades et ceci avec un appareil portatif très simple,

Haut parleur rustique.

Un article est consacré à la réalisation pratique d'un haut-parleur rustique et parfait. La matière première en est constituée par du papier à dessin par exemple du « Whatmann » que connaissent bien tous ceux qui font ou utilisent des épures. Le secret de la construction partant de la pureté du son réside uniquement dans la qualité du papier et la minutie dans la manière de construire le diaphragme Un cadre en bois et trois montants métalliques sont en dehors du papier tous les matériaux nécessaires. Les hauts-parleurs construits de cette façon donnent une reproduction entièrement comparable à celle des plus coûteux que l'on trouve tout construits dans le commerce.

« THE WIRELESS WORLD », Tome 26, n° 1.

Le « Southers Cross » au-dessus de l'Atlantique.

Dans un article très documenté l'auteur indique dans quelles conditions au point de vue de la radio fut organisé et réalisé le dernier vol du Major Kingsford-Smith. L'avion était équipé avec 2 postes complets indépendants, l'un travaillant sur 600 m., l'autre sur 33 m. La réception à bord n'eut lieu que sur ondes longues, la présence des magnétos ayant fait juger la réception des ondes courtes comme susceptibles d'être irrégulière ou peut être même impossible.

Après avoir décrit les détails d'installation à bord et les précautions prises à terre pour être sûr que tous les signaux émis par l'avion seraient surement captés par au moins un poste, l'auteur décrit le vol d'après les communications échangées, leur pureté, leur intensité.

Propriétés des isolants, par H. W. GRIFFITHS.

L'auteur commence d'abord par expliquer la nécessité d'étudier les différents corps isolants employés dans la construction des appareils. L'étude comprendra une série d'articles, le premier est consacré au plus efficace et au plus employé: l'ébonite pure.

Appareils à ondes courtes pour navires marchands, par M. REED.

Actuellement tout navire de commerce est doté d'un appareil de T. S. F. L'auteur décrit un appareil à ondes courtes émetteur et récepteur permettant d'employer les ondes comprises entre 17 et 40 mètres.

Simple et robuste il donne entière satisfaction aux sociétés de navigation qui l'ont adopté.

La description est abondamment illustrée par des schémas et des photographies.

Digitized by Google

LES BREVETS

par Ch. FABER, Ingénieur Radio E. C. P.

Nous publions ci-dessous les caractéristiques essentielles des principaux brevets, français et étrangers. Pour pouvoir en donner le plus grand nombre, nous sommes obligés d'en condenser la description et les dessins. Aux lecteurs qui désireraient des renseignements complets, nous pouvons fournir la copie complète des brevets qui les intéresseraient plus particulièrement.

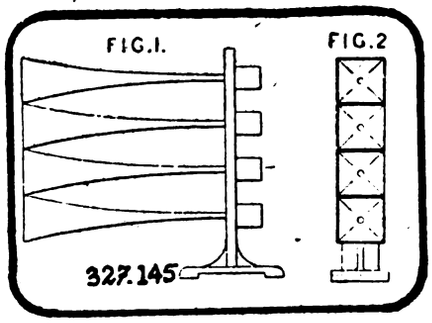
S'adresser au « Service des Brevets de Radioélectricité et Q. S. T. Réunis », qui fournit gratuitement tous renseignements sur les questions de brevets, marques ou modèles.

BREVETS ANGLAIS

Brevet N° 327.145. — LANCHESTER.

Un pavillon multiple construit pour distribuer le son latéralement et pour le concentrer verticalement, utilisant le phénomène de diffraction est formé de plusieurs cornets superposés pour réaliser un orifice d'émission très allongé (voir fig.)

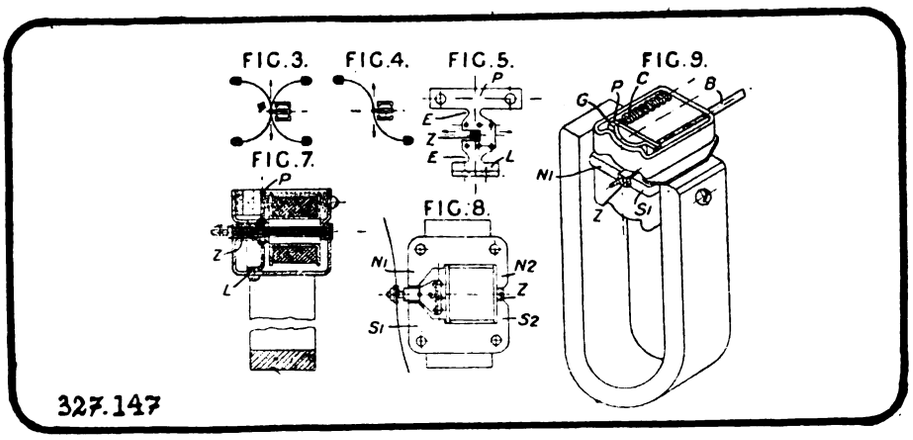
L'ampleur de l'orifice ne doit matériellement pas excéder la longueur d'onde de la plus haute fréquence qu'on désire émettre. Les cornets peuvent être munis de diaphragmes individuels actionnés simultanément par un circuit électrique commun ou bien un seul diaphragme peut alimenter les cornets grâce à des tuyaux d'embranchements ayant tous la même longueur.



Brevet N° 327.147. — GRAETZ.

Le diaphragme d'un haut-parleur est incurvé cylindriquement et guidé par l'armature dans une direction tangente à la courbure du diaphragme, de façon que l'armature rencontre une résistance égale dans tous ses mouvements. Le diaphragme peut comporter soit une seule surface courbe (fig. 4) soit plusieurs surfaces (fig. 3) couplées à l'armature de façon que leurs extrémités soient opposées afin qu'il en résulte une phase de renversement. Le diaphragme est de préférence commandé par une armature Z montée sur une plaque P (fig. 5) comportant des retraits E.

L'armature est en fer au silicium, feuilletée et est retenue entre les pièces polaires N, N^2, S, S^2 (fig.8). Elle peut être placée dans une position neutre dans le champ magnétique par torsion de la plaque P dont une extrémité est fixée et dont l'autre extrémité est commandée par un axe ajustable B et par un ressort C (fig. 9), la plaque incurvée G fixée sur la plaque P, procurant un support à l'axe B.

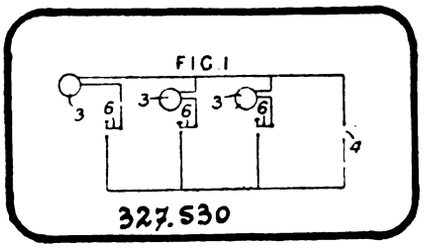


Brevet N° 327.230. FELDMAN.

Les transformateurs à rapport variable sont construits par subdivision de l'enroulement de telle manière que les valeurs numériques des différents rapports obtenus approchent approximativement de la quantité

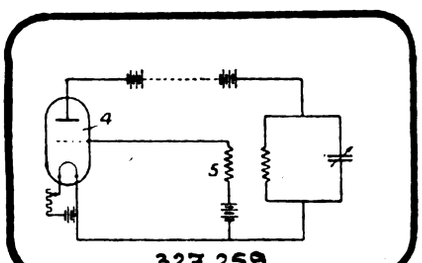
$$n\,\frac{n + N^2}{N^2}$$

dans laquelle n = 1, 2, 3 etc... La méthode qui est établie pour fabriquer des transformateurs ayant les mêmes caractéristiques dans tous les rapports, est particulièrement intéressante pour les montages « Push pull » dans lesquels on emploie les transformateurs pour les amplificateurs thermoioniques.



Brevet N° 327.259. — DICKER.

Pour maintenir le débit d'une valve génératrice 4 à une fréquence constante, particulièrement lorsqu'on l'utilise dans un système modulateur, la valve est disposée pour travailler en un point de la courbe caractéristique tel que le courant anodique direct soit constant, que la valve oscille ou non.

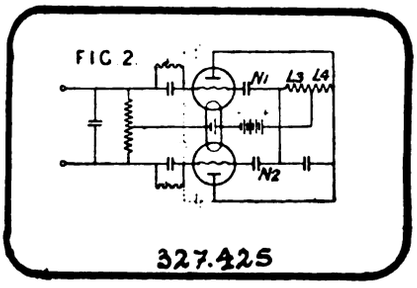


Dans ce montage l'action des facteurs qui changent avec le point de travail pour influencer la fréquence produite est réglée soit pour être constante, soit pour être égale à zéro. Le réglage se fait par variation de la tension grille pour un potentiel anodique donné, le courant anodique direct étant pris (a) dans l'état d'oscillation comme le montre le dessin et (b) quand l'inductance de grille est court-circuitée de manière que la valve n'oscille pas.

Digitized by Google

Brevet N° 327.425. — DICKER.

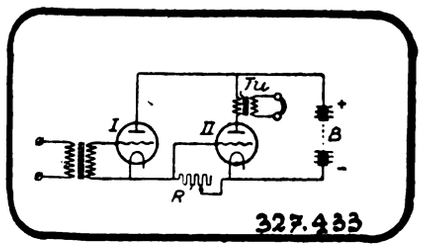
Dans un multiplicateur de fréquence comprenant deux valves avec un push-pull dans le circuit d'entrée qui est ainsi que le circuit de sortie accordé sur un même harmonique de la fréquence appliquée à l'entrée, on neutralise le circuit en connectant la source de haute tension après une



prise faite sur l'inductance de sortie et en connectant les condensateurs N, N^2 aux grilles des valves et à l'extrémité du circuit de sortie opposée à celle où sont connectées les plaques.

CIRCUITS A VALVE THERMOIONIQUE. — Brevet N° 327.433. — DICKER.

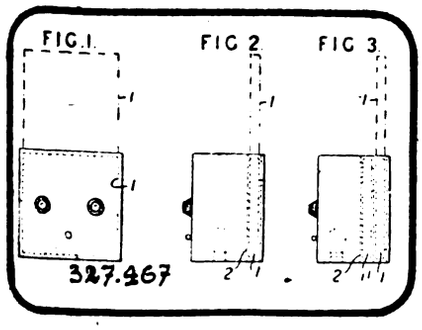
Un amplificateur comprend deux valves thermoioniques 1 et 2 et une seule source B de tension plaque dont le pôle positif est connecté directement à la pla-



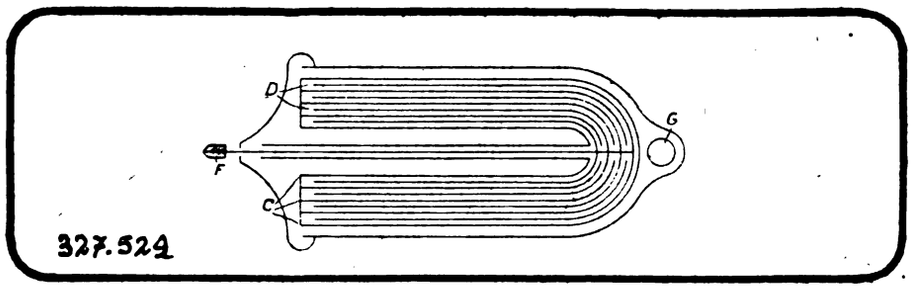
que de la première valve et à travers l'impédance de sortie *Tu* à la plaque de la seconde. Le pôle négatif de la source 3 est connecté d'abord au filament de la seconde valve puis au filament de la première par l'intermédiaire d'une résistance R de préférence variable.

Brevet N° 327.467. — ROUND.

Un récepteur portatif comporte un cadre mobile monté de manière que lorsque le récepteur est en service le cadre est tiré, et rentré lorsque le récepteur n'est pas en service; la sortie du cadre de son logement actionnant un ou plusieurs commutateurs mettant le poste en service.



Le cadre 1 glisse verticalement dans un logement 2 et est monté de manière à pouvoir s'orienter lorsqu'il est sorti. Lorsque le récepteur est destiné à la ré-

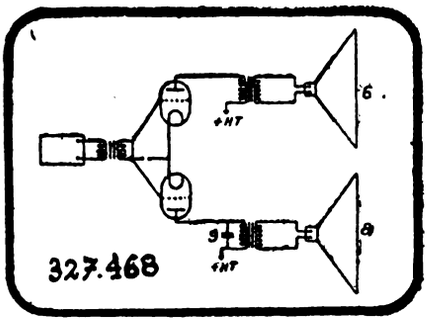


ception de plusieurs bandes de longueurs d'onde, plusieurs cadres 1, 1' (fig. 3) peuvent être employés.

Le retrait du cadre agit sur le filament et la batterie d'anode coupe et met le cadre en circuit, de même la commutation peut connecter le circuit d'accord correspondant au cadre utilisé. Un haut-parleur peut être monté à l'intérieur de l'enroulement du cadre précédent.

SYSTEME DE HAUT-PARLEUR. — Brevet 327.468. — ROUND.

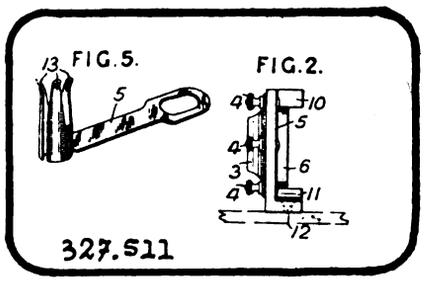
Deux grands diaphragmes du type haut-parleur 6 et 8 sont montés en parallèles sur la même alimentation, la retransmission des notes de fréquences élevées étant supprimée dans l'un des hauts-parleurs,



pour produire un volume uniforme à toutes les fréquences. Le transformateur d'entrée du haut-parleur 8 a son primaire shunté par le condensateur 9 lequel tend à supprimer la retransmission des notes de fréquences de plus de 800 cycles. Un shunt peut être connecté en série avec l'empilement primaire au lieu d'utiliser le condensateur ou bien encore on peut user simultanément des deux. Le cône du haut-parleur 6 est renforcé par du bristol ou par une feuille d'aluminium pour accroître la reproduction des hautes fréquences.

Brevet N° 327.511. — LOZAU.

Un support de lampe comporte un fond plan et une surface plane transverse à ce fond. Aucune partie ni de l'isolant ni des



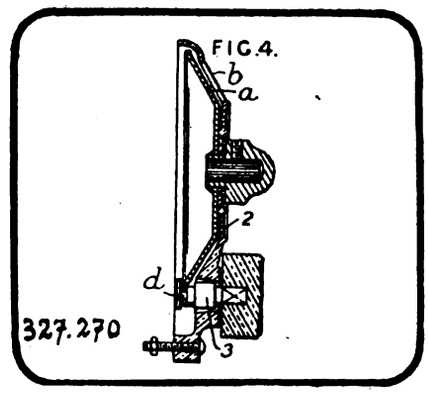
conducteurs du support ne s'étendant en arrière au delà du fond et de côté au delà de la surface latérale, la disposition étant prévue pour que le support puisse être fixé par l'une ou par l'autre des surfaces le constituant. Comme le montre la fig. 2, le support consiste en un bloc rectangulaire ayant une partie en saillie 3, percée de trous, non représentés, destinés à recevoir les broches de la lampe et des pièces 10 et 11 percée de trous de manière convenable pour pouvoir fixer le support dans une position à angle droit comme le montre le dessin. Chaque douille consiste en un balancier muni de dents retournées 13, (fig. 5) et en un ressort plat 5 qui est fixé par une borne et supporté par une plaque d'appui 6.

Brevet N° 327.524. — MILES.

L'extrémité d'un aérien pour la réception ou pour la transmission est attachée en F à un condensateur à plaques multiples, de la forme représentée sur la figure. — Les plaques C et D sont séparées par de la paraffine, du mica ou tout autre diélectrique de grand pouvoir inducteur spécifique. Un œil G est pratiqué pour recevoir une corde de suspension.

Brevet N° 327.270. — PREEN.

Un appareil de réglage et de repérage pour les appareils radioélectriques comprend un cadran gradué de la forme représentée *a* dont la graduation est sur la partie inclinée de sa surface et est disposée en face d'une plaque 2 qui la recou-

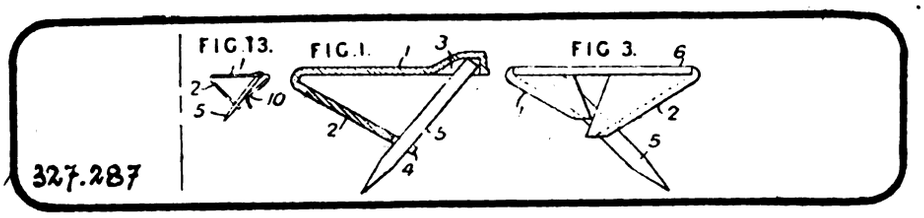


vre possédant une fenêtre *b* sur sa partie inclinée, le cadran gradué est commandé par un galet de friction *d* monté librement sur un arbre moteur 3 qui est placé de biais du côté de l'axe du cadran mobile.

Brevet N° 327.287. — ELECTRAMONIC C° TYRRELL & SAYERS.

Un support pour aiguilles comprend une paire de bras 1 et 2 (fig. 1), le bras 1 possède une saillie 3 contre laquelle se place l'extrémité de l'aiguille 5 et le bras 2 comporte à son extrémité libre une entaille 4 dans laquelle est engagée l'aiguille. A l'extrémité du bras 1 où existe

Digitized by Google



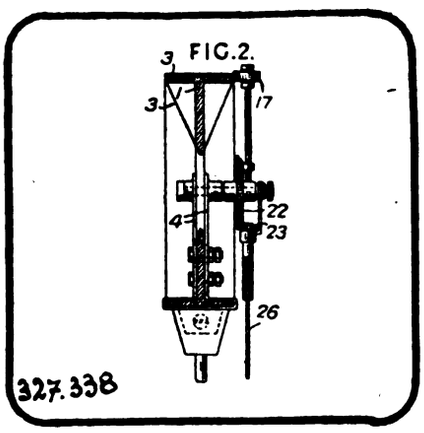
la saillie 3, il peut y avoir un bras entaillé à son extrémité, ou une partie recourbée 10 (fig. 13), engageant l'aiguille au-dessus ou au-dessous de l'encoche 4.

Dans une modification du support, les bras 1 et 2 sont disposés sur une plaque 6 (fig. 3) et l'aiguille 5 est placée dans des encoches pratiquées à leurs extrémités. Le bras 1 (fig. 1 et 3) ou la plaque 6 (fig. 3) peuvent constituer l'armature et le système magnétique d'un pick-up, un léger ressort peut maintenir l'aiguille quand elle est dans la position de l'arrêt. Le support peut être enfermé dans un étui dans lequel est ménagée une fente permettant l'insertion de l'aiguille. Le support peut être fabriqué d'une seule pièce et plié à la forme voulue.

Brevet N° 327.338. JANSEN. — INDUCTANCES ELECTRIQUES ET LEURS REGLAGES.

Une inductance variable comprend un noyau métallique annulaire dont la section est en forme de T et du fil de cuivre isolé, les supports étant montés au centre du noyau et portant une roulette formant un contact rotatif avec le bord de l'enroulement, bord qui est dénudé.

Dans une réalisation (Fig. 2) l'enroulement 3 est porté par le noyau métallique 1 et la roulette de contact 17 est commandée à distance par la tige 26 grâce aux pignons d'angles 22 et 23 portés par les supports 4 ou bien encore la roulette de contact peut être réglée par un manche monté sur elle. — Le bobinage est enfermé dans des bandes périphériques d'isolant sur lesquelles peuvent être ins-

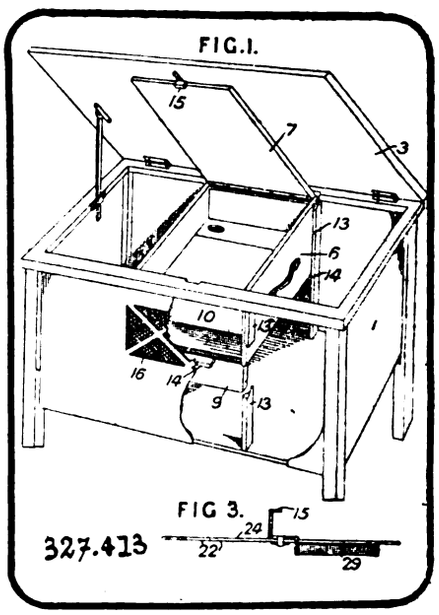


crites les noms et les longueurs d'onde des stations. — Dans une autre réalisation pour neutrodynes ou circuits similaires deux roulettes de contact sont commandées par différents pignons d'angles.

N° 327.413. — FEATHER-STONE.

Le mécanisme de la reproduction des sons d'un gramophone est contenu dans une case 6 qui est placée d'une manière amovible dans le meuble 1 et est muni d'un couvercle à charnières 7 adapté pour être, à volonté, rendu solidaire ou non du couvercle à charnière 3 du meuble 1 de façon que ces deux couvercles s'orientent ou se ferment ensemble.

La case 6 est supportée dans le meuble au moyen de supports horizontaux et verticaux 13, 14 et dans cette position,



un rabat 9 recouvrant l'orifice d'un cornet 10 placé dans la case 6 est adapté de façon à pendre verticalement de façon que l'ouverture dudit cornet coïncide avec une ouverture 16 pratiqué sur la face avant du meuble 1.

La liaison amovible entre les deux couvercles 3, 7 consiste en un crochet 15 qui peut glisser dans une rainure 22 pratiquée dans une plaque 24 placée sur le couvercle 3, le crochet est sollicité par un ressort 29 pour maintenir le bord supérieur du couvercle 7.

ECHOS DE PARTOUT

LA CONSTRUCTION DU NOUVEL ÉMETTEUR RÉGIONAL ANGLAIS AVANCE RAPIDEMENT

Actuellement on travaille activement à la construction de la station régionale du Nord à Moorside, à proximité de Slaithwaite. Le bâtiment principal sera bientôt terminé. On espère que cette station sera prête à fonctionner en automne de cette année. On n'a besoin que de quelques mois pour l'installation des appareils dont se compose l'émetteur. Aussi espère-t-on pouvoir procéder en Décembre aux émissions d'essai. On s'est même déjà attelé à la construction des pylônes qui atteindront presque 170 m. de haut.

UN BEAU COUP DE TÉLÉPHONE

La nuit du 29 au 30 Mai, à 23 heures, heure de l'Europe Centrale, l'expert américain en aviation Millikan et le professeur allemand de Karmann, qui se trouvaient à bord d'un avion à Los Angeles, eurent une conversation téléphonique de dix minutes avec le directeur d'une Compagnie allemande de navigation aérienne, qui se servait lui-même d'un appareil téléphonique récepteur ordinaire.

La communication, qui a eu lieu par l'intermédiaire du poste d'émission de San-Francisco, a franchi un espace de 12.000 kilomètres et a été reçue à Berlin de façon parfaitement intelligible.

LA RADIO ET LES MALADES. TIMBRES-POSTE SPÉCIAUX DU DANEMARK

Le Danemark passe pour être le pays qui compte le plus grand pourcentage de sans-filistes. On s'efforce actuellement, de procurer un récepteur à ceux qui n'en ont pas les moyens. Indubitablement, les P. T. T. danoises ont eu une excellente idée, en émettant un timbre-poste spécial dont le revenu supplémentaire sera destiné à offrir un récepteur de T. S. F. aux malades et aux personnes âgées.

Applaudissons cette généreuse initiative et — pourquoi pas? — Imitons-là.

Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 39 — Juillet 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcastin Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P.T.T. à Prague.

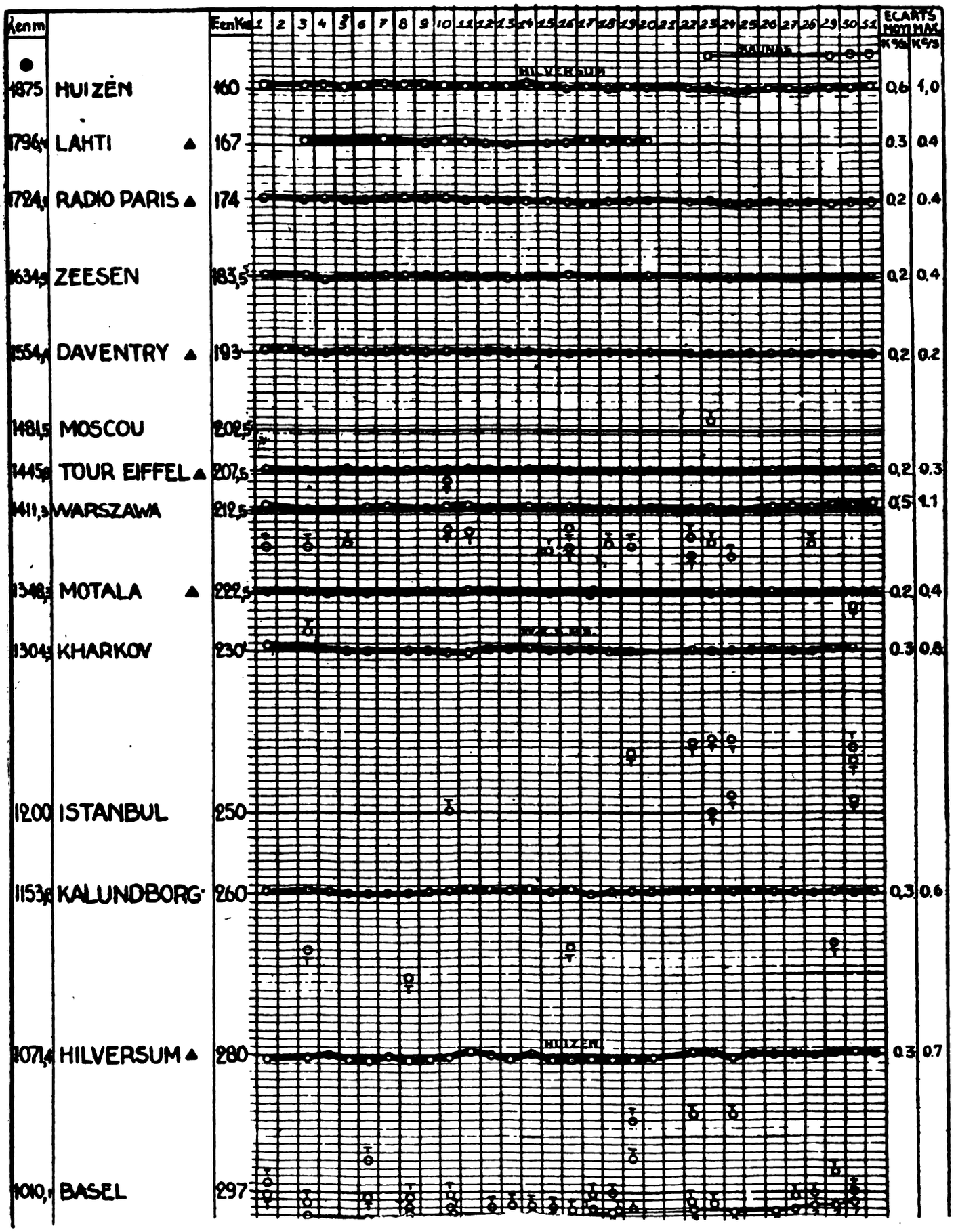
3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

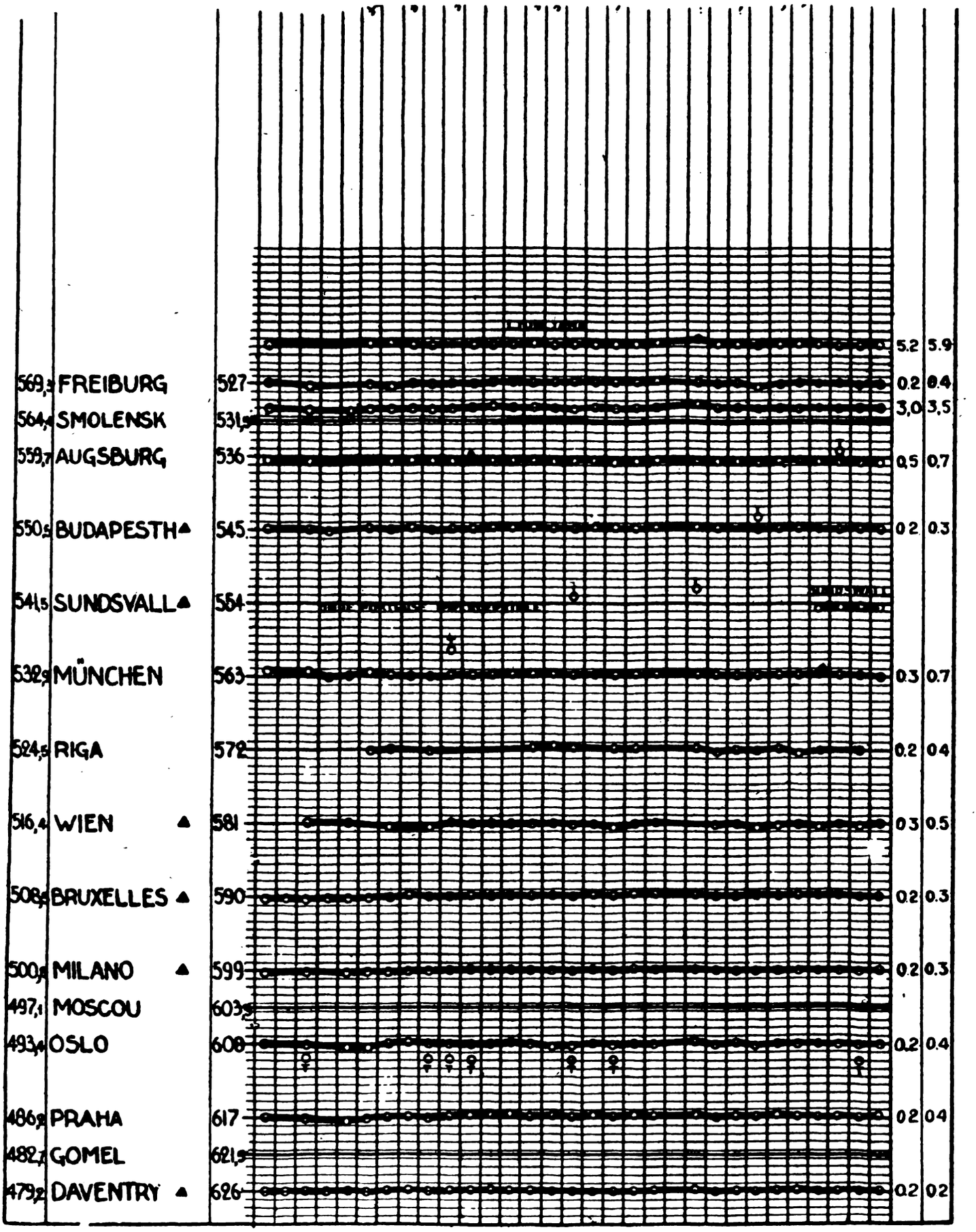
Bruxelles, le 5 Août 1930.

Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,
Raymond BRAILLARD.

Digitized by Google

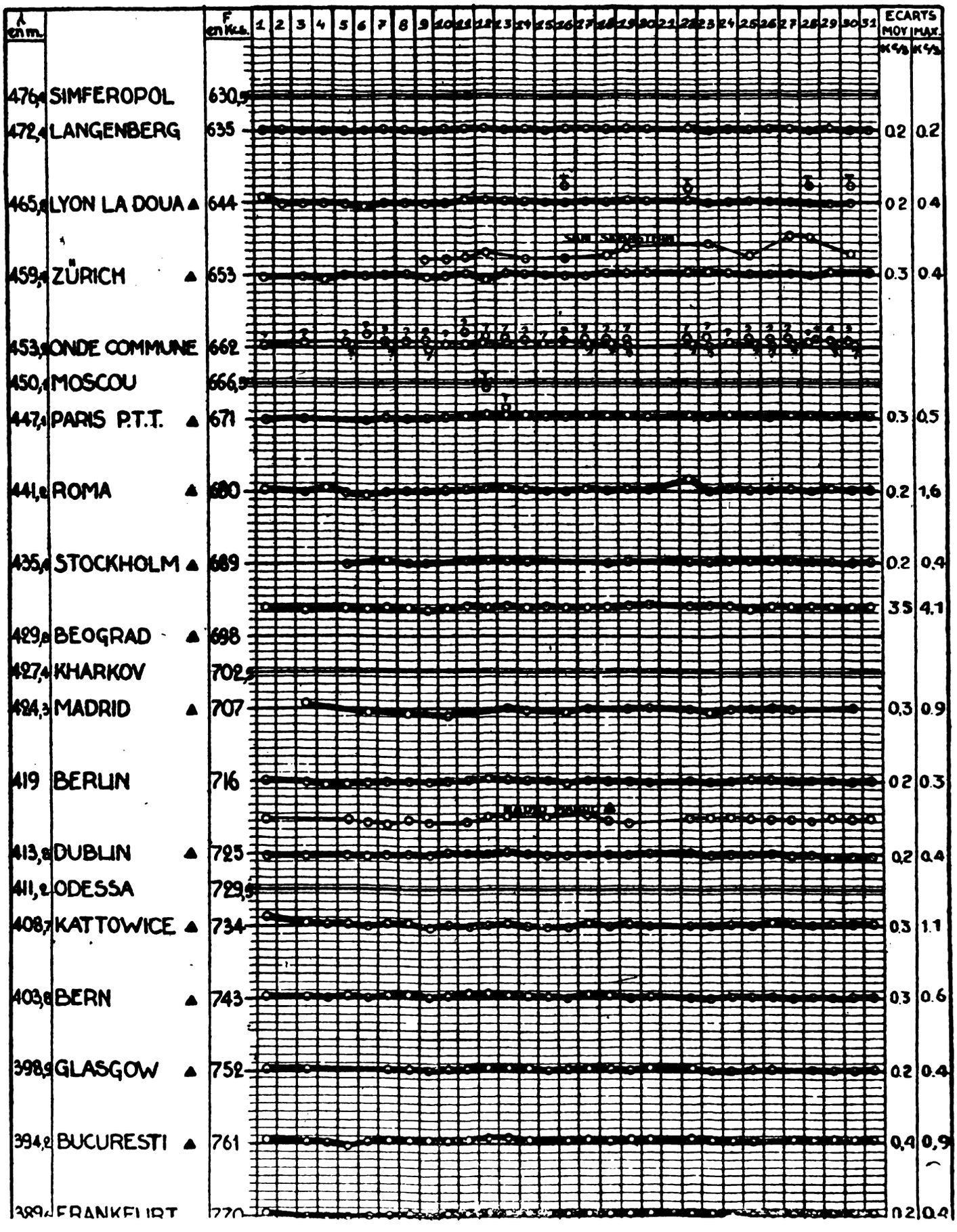


Digitized by Google

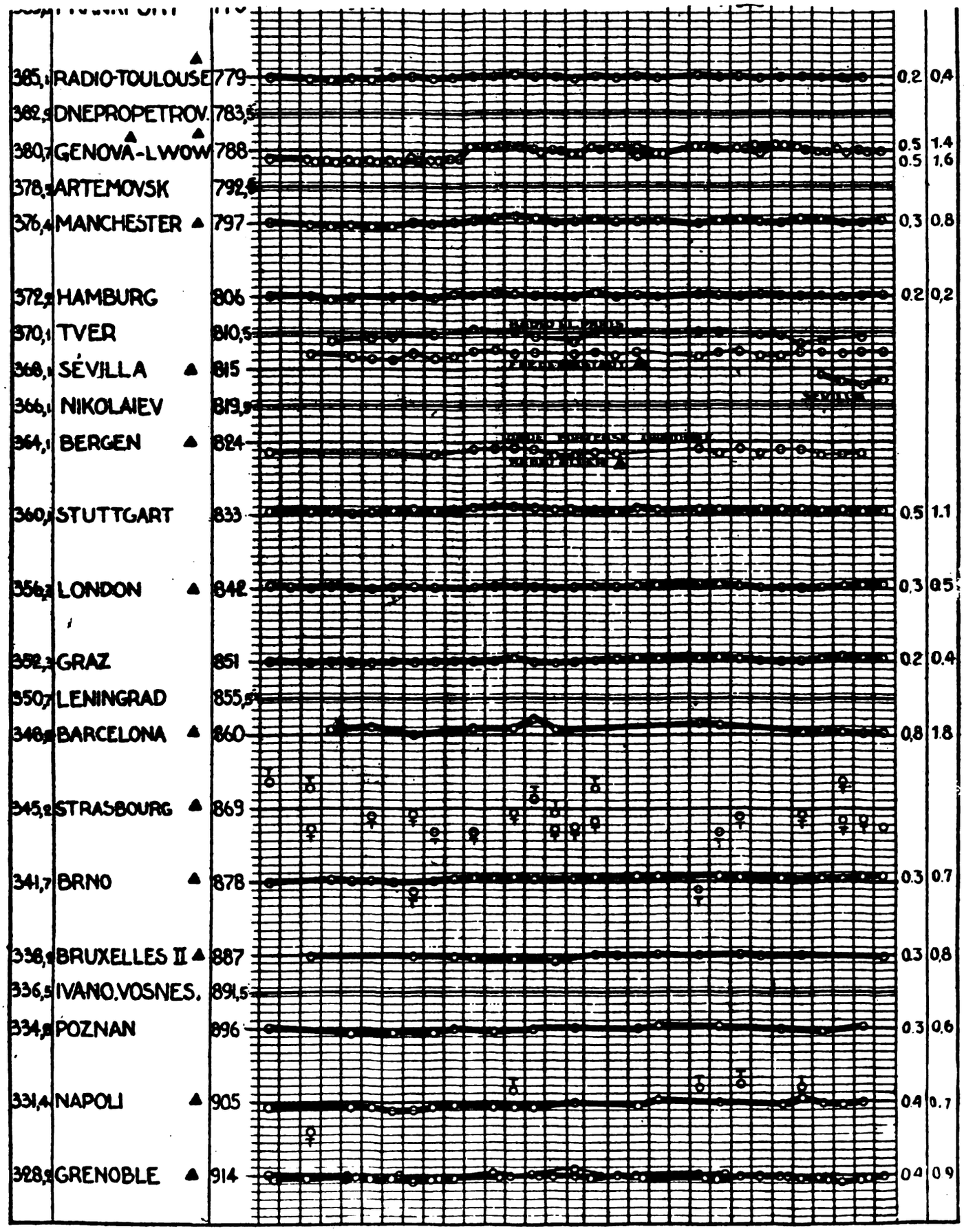


Digitized by Google

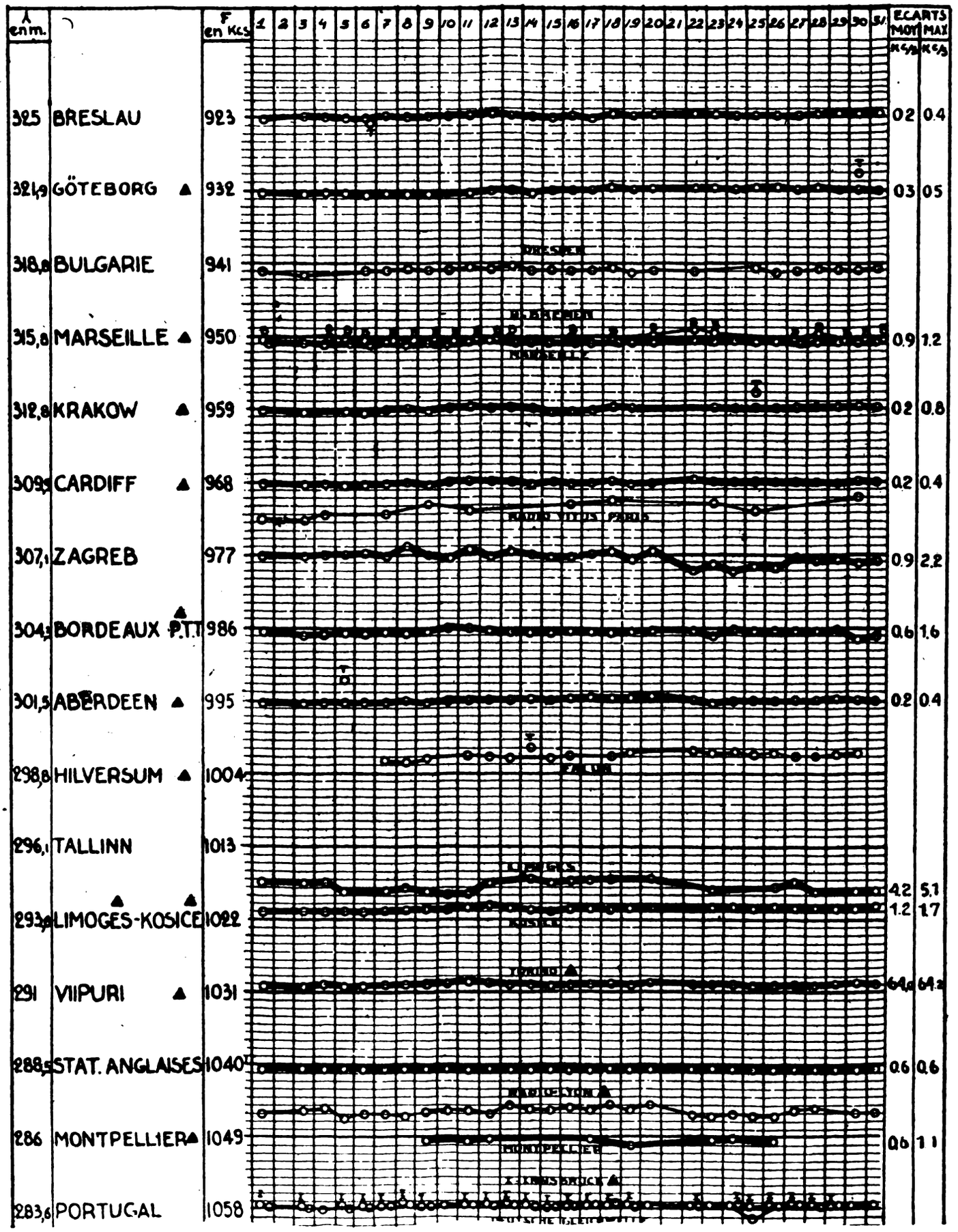
▲ STATIONS POURVUES D'UN ONDEMETRE DE L'U.I.R



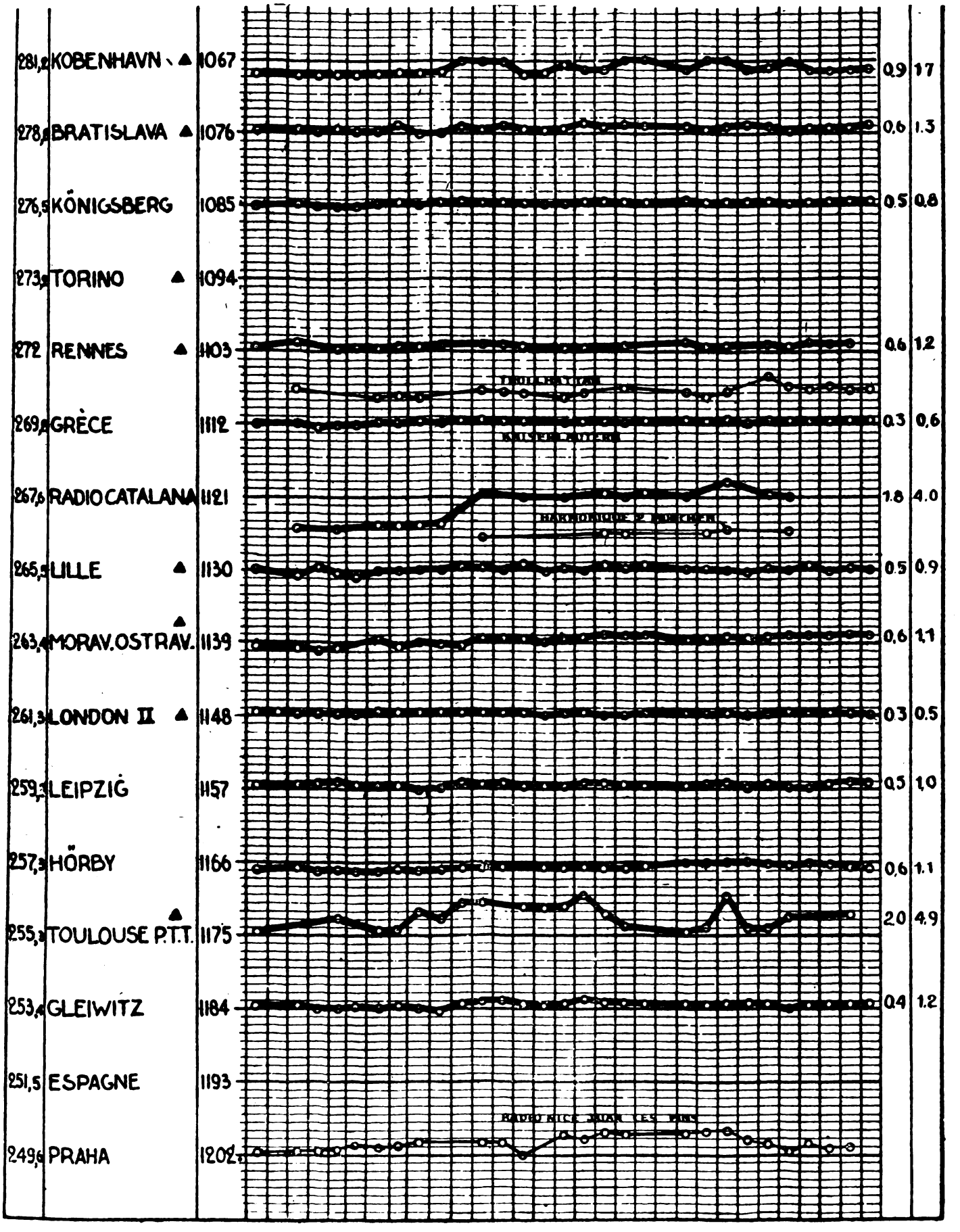
Digitized by Google



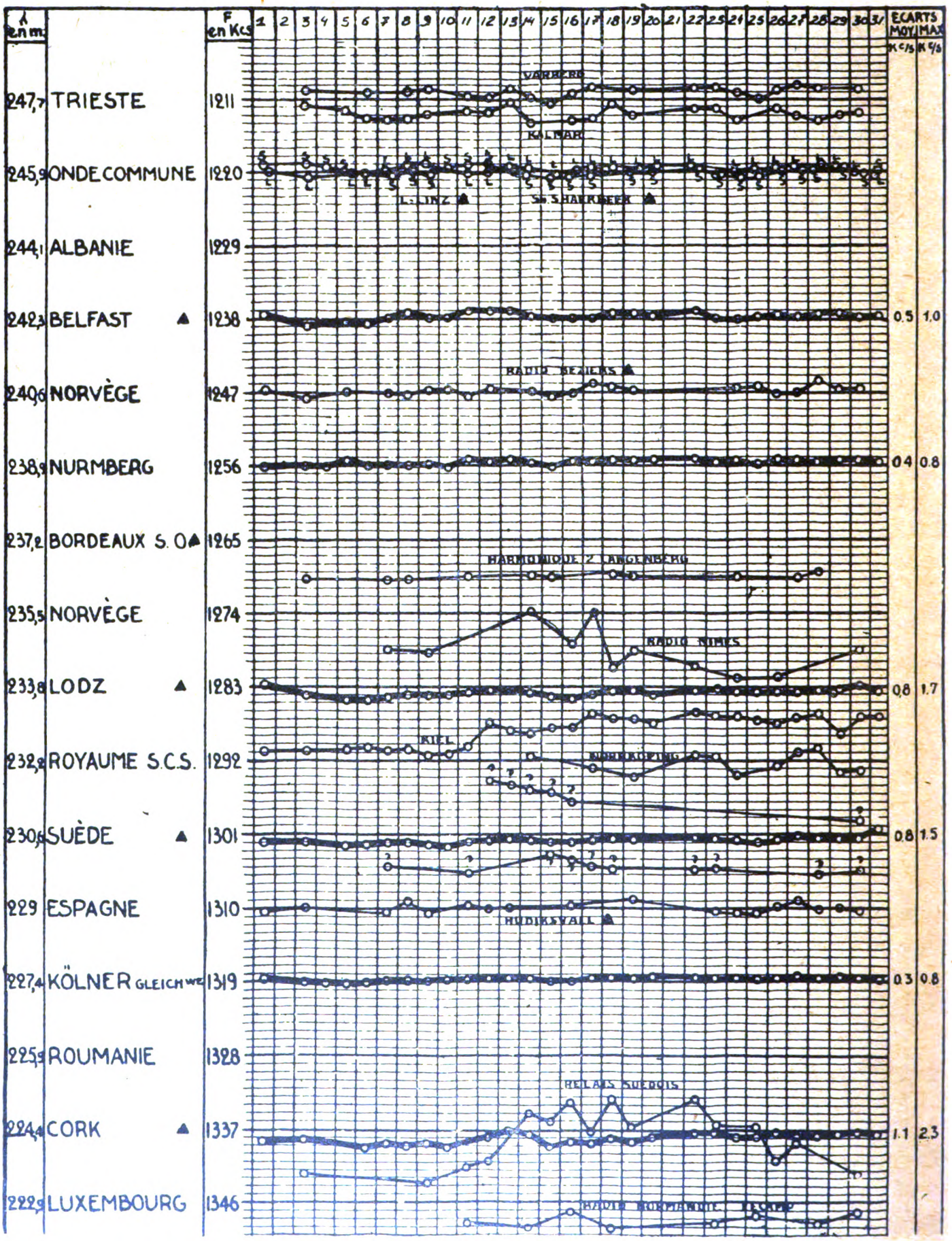
Digitized by Google



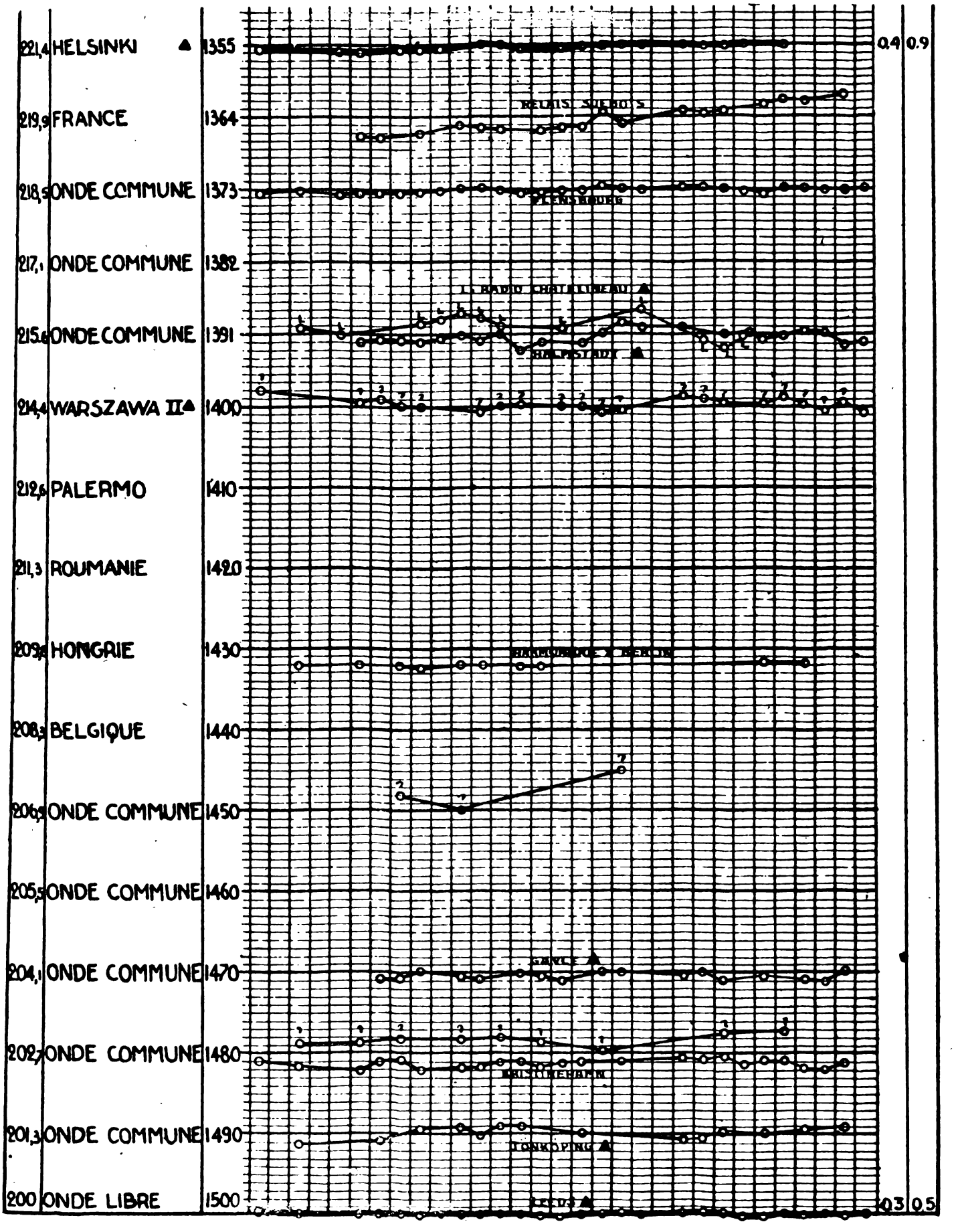
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

LA SELF de CHOC POUR ondes courtes DE 10 A 100 MÈTRES.

OCEDYNE

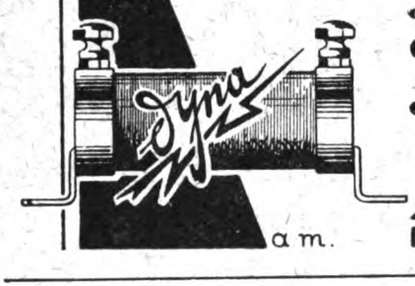
est l'accessoire de qualité indispensable pour les ondes ultra-courtes

Demandez schéma de montage du poste

OCÉDYNE

PRIX : 5 FR.

Catalogue gal franco



a m.

43, Rue Richer
PARIS

TROIS NOUVELLES ÉTUDES DE PAUL BERCHÉ

Le Cadre

Le Supradyne B G P

Le Bloc d'Alimentation totale sur alternatif

permettant de réaliser l'ensemble récepteur moderne le plus simple, le plus pur, le plus sensible qui soit.

Chaque brochure 2 fr.
(Port en plus)

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur **PARIS (2e)**

FABER
ING. CONSEIL E.C.P.
11 bis RUE BLANCHE
PARIS (9e)
TRINITE 22-74

BREVETS D'INVENTION

MARQUES
MODELES
TOUS PAYS

CONSULTATIONS GRATUITES

Digitized by Google

OCTOBRE 1930 — N° 79

Eng'ng

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

THE LIBRARY OF
OCT 15 1930
UNIVERSITY OF

SOMMAIRE

De quoi demain sera-t-il fait ?... 1

Ohm (1787-1854), (Général ALVIN, *commandant l'Ecole Polytechnique*) 3

Les phénomènes de propagation : réponses à quelques lecteurs (Général CARTIER) 6

Les amplificateurs de gramophone : quelques suggestions des montages nouveaux (R. CUIN, *ancien élève E. E. M. I.*) 8

Revue des pick-up (W. LIPOUG) 12

La diathermie à ondes entretenues et ses applications chirurgicales (Docteur COLOMBIER, *médecin radiologiste de l'Hôtel-Dieu de Paris*) 14

Vers la téléphotographie (Jean DESAILLY, *ingénieur*) 18

Résultats remarquables obtenus avec les détecteurs à cristaux (William J. RICHARDSON) 19

Un plaidoyer en faveur de la détection par caractéristique de grille (P.-K. TURNER, *M.I.F.E.*) 22

Echos de partout 25

Les redresseurs modernes à grande puissance (Jean BARRÉ) 26

Les électromètres (J. GRANIER, *ingénieur E. S. E.*) 32

Le haut-parleur magnétodynamique (Paul BERCHÉ, *rédacteur en chef du journal* l'Antenne) 36

L'aluminium dans les lignes électriques aériennes 40

Appareils d'éclairage (PAGÈS) 44

Le froid : la pêche maritime (A. MICHEL, *ingénieur-frigoriste*) 50

Petites nouvelles 52

Les problèmes actuels de la navigation sous-marine (R. TABARD) 53

L'équipement électrique des lignes aériennes (Gilbert ETIENNE) 59

Bourse de Paris du 10 août au 10 septembre 64

Chez les constructeurs 65

Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission 68

Prix : 6 francs

Digitized by Google

MIEUX QU'UN ÉLECTRODYNAMIQUE

●

Le Haut-Parleur

"LE MAGNÉTODYNAMIQUE"

MARQUE DÉPOSÉE

SANS EXCITATION SÉPARÉE — SANS BOBINAGE MOBILE

est garanti
de fabrication américaine

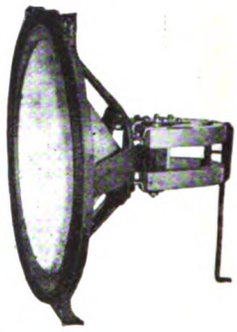
●

GROS :

Établ. SIDI LÉON

86, rue de Grenelle PARIS-VIIe

LITTRÉ 29-07



LA DEUXIÈME ÉDITION DE

Pratique et Théorie de la T. S. F.

par Paul BERCHÉ

vient de paraître. Elle contient outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES ◆ 703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2[e]

Digitized by Google

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS

RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. 70 fr. par an Etranger. . . . . 100 fr. par an	*53, rue Réaumur, PARIS (2e)*	Richelieu. . . . . 88-27 Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

De quoi demain sera-t-il fait ?

Voici venu le temps de rentrer à Paris, rejoindre ses pénates et prendre ses quartiers d'hiver. Finies les vacances, ce temps béni où, délaissant un peu ses occupations habituelles, l'homme s'en va se retremper dans la nature ; où, pauvre exilé dans les antres mécaniques de l'activité moderne, il essaie de remplir ses poumons d'un air pur de toute souillure.

Pour remplir ces désirs vous allâtes, monsieur, au bord de la mer; vous, pour des raisons de santé ou de tourisme, êtes allé camper près des sommets neigeux, géants dont la tête troue le plafond des nuages qui, si souvent, vous a caché le ciel bleu. Voulez-vous, avant de commencer l'hiver, que nous jetions ensemble un coup d'œil sur cette période ?

■■

La mer... Immensité bleue secouée par un hoquet continuel qui lance jusqu'au rivage sa masse oscillante... la mer : bande azur qui se confond parfois avec le ciel... la mer : plus souvent cette année avant le 15 août, masse grise, verte, dans laquelle se reflète un ciel chargé de nuages lourds de menaces aquatiques ; gris entre deux masses d'eau, combien petit nous nous sentons.

La mer, c'est aussi la brise fraîche dans le ciel étouffant, le bain bienfaisant dans cette eau froide après la suée de la journée et celle du tennis ; c'est encore l'élégant voilier qui, si fier, glisse sur l'eau foncée en laissant au vent le soin de tendre à craquer sa toile blanche, rouge, bleue ou jaune.

Digitized by Google

La mer, c'est le canot automobile, plus moderne, plus trépidant (plus près du shimmy que du menuet) qui, sous une gerbe d'écume fend l'eau, laissant derrière lui un sillage de bulles d'air. Tandis que son confrère à voile s'enorgueillit de sa haute taille, de sa petite largeur, lui, bas et râblé, à l'arrière élargi, il « sent » le yankee aux épaules carrées et fait penser aux ANZAC.

La mer, c'est tout l'infini de distance devant lequel on se trouve ; c'est cette ligne qui borne la marche de nos rayons visuels reportés au maximum ; seule, la rotondité de la terre nous empêche de voir plus loin.

L'océan, c'est cette immense surface liquide sur laquelle maints oiseaux, des hommes, se sont élancés pour aller retrouver leurs frères d'Amérique et dans laquelle ils ont sombré.

■■

Pendant vos vacances au bord de la mer, cher lecteur, certainement vous aviez emporté votre récepteur. C'est le moment où jamais de se servir de ce moyen d'information moderne qui déverse à flots chez vous, musique, chant et nouvelles.

Peut-être pourtant avez-vous souvent récriminé contre deux ennemis de la radiodiffusion sur le bord de la mer : le vent et l'onde amortie.

Ah ! qui n'a entendu à la pointe du Raz, ces sifflement lugubres des masses éoliennes qui s'engouffrent dans les fissures des rocs en les ébranlant sur leur base ? Qui n'a ouï sur un paquebot les huhulements de haubans pincés par les doigts invisibles du vent et tendus à tout rompre ?

Le vent agit de même sur les antennes et en rend souvent l'installation et surtout le maintien en place extrêmement difficile.

Une seconde difficulté naît de progrès récents dans l'installation des plages,en particulier de la pose de l'électricité. De très nombreuses lignes sont mises en place dessinant un corroyage à mailles assez serrées. Il est donc extrêmement difficile, car bien entendu, le courant est alternatif, de se défendre contre les effets d'induction sur l'antenne. La perpendicularité est, en général, impossible à réaliser, à moins de réduire les dimensions à des valeurs vraiment trop réduites.

■■

Mais ce n'est pas le vent qui, ennemi né du marin, gêne le plus le sans-filiste.

Combien de fois des amateurs ont-ils vomi des imprécations contre les postes à ondes amorties dont la note grave venait troubler les auditions sur une gamme très étendue ? On a remédié un peu à cet inconvénient en réalisant des émetteurs à ondes entretenues modulées. Est-ce un bien ou un mal ? Il serait difficile de donner une réponse exacte.

Effectivement, quel plus grand supplice que celui-ci : vous êtes tranquillement et confortablement installé à l'écoute de tel concert que vous avez choisi de préférence (car je ne vous fais pas l'injure de croire que vous faites de la T. S. F. sans rechercher des joies musicales) ; vous expectez avec une joie intérieure profonde tel passage que vous chérissez particulièrement et qui a motivé le choix de cette audition ; tel le lion qui guette sa proie en rivant son regard sur elle, en concentrant toutes ses forces sur la préparation du bond qui la lui livrera, vous êtes replié sur vous-même, soustrait aux bruits et au monde extérieurs, dans l'expectative...

Or tout d'un coup, vos oreilles sont déchirées par un son rauque, haché, persistant dans son intermittence ; il cesse et vous reprenez l'écoute ; voici bientôt le moment attendu ; mais, vlan ! le son revient, il insiste et couvre toute l'audition.

Dégoûté, vous éteignez votre poste et allez vous coucher, vous jurant bien que l'organisation de la radio est tellement mauvaise que vous n'en pouvez plus être un adepte.

Et pourtant ?

■■

Et vous, monsieur, qui avez dirigé vos pas vers la Maurienne ou Gavarnie, sans doute ne vous êtes-vous séparé de votre poste de T. S. F. ?

Bien sûr, vous avez été frappé de la pureté des auditions obtenues et aussi du caprice des réceptions.Les écrans formés par les monts modifiant profondément la propagation des ondes ; les zones d'ombre sont extrêmement nettes et nombreuses et il s'ensuit que les liaisons sont très délicates.

Sans doute, les séjours de montagne, prolongés beaucoup plus tard que ceux de la mer, montrent certaines difficultés de la vie du montagnard, malgré les aménagements si bien arrangés pour les hivernants.

Que devient la T. S. F. dans tout ceci ? Rien, semble-t-il ?

Et pourtant ?

Il est intéressant, de temps à autre, au sujet de tel ou tel événement sportif ou d'un déplacement, de remettre chaque chose à sa place dans le cadre général de la nature.

Au cours d'un séjour à Paris, beaucoup prennent l'habitude de ne voir dans la T. S. F. que l'audition du concert, des nouvelles du monde entier arrivant ainsi à l'esprit de plus en plus curieux, un peu plus rapidement.

Ce n'est pourtant là qu'une face de l'activité de la radio et il importe de bien s'en pénétrer pour mieux saisir les progrès énormes qu'on pourrait réaliser rapidement en unissant les très nombreuses observations possibles de la part des amateurs.

■■

A la mer, la T. S. F. est la sauvegarde de tous.

C'est elle qui sert à la diffusion des nouvelles météorologiques permettant à chacun de sortir du port, renseigné sur le temps à l'endroit où il va pêcher.

C'est elle qui diffuse à tous, les appels des navires en détresse et autorise les autres à venir à leur secours par la localisation exacte du point du sinistre.

C'est elle qui unit les îles à la côte ; souvent, la pose d'un câble ne serait pas couverte par le trafic très faible et l'entretien serait extrêmement difficile dans des fonds très cahoteux.

Dans tous ces cas, la T. S. F., grâce à un ensemble particulièrement peu encombrant, sauve de nombreuses vies humaines tous les jours.

■■

A la montagne, il en est de même.

On peut dire sans exagération, que certains points montagneux (observatoires isolés, etc.) sont comparables à des îles ; pendant des mois, ils sont séparés du reste des humains par des mètres cubes de neige, de glace, etc. C'est bien l'isolement le plus terrible ; rien du bocage, le cercueil, la maison veux-je dire, se recouvre chaque jour un peu plus de cette neige froide qui resserre son étreinte quelquefois jusqu'à la mort.

■■

Grâce à la T. S. F., l'homme isolé n'est plus loin de tous ; elle porte sa pensée au loin. En l'air, l'avion aussi se maintient au contact des continents ; en voyant la triomphale arrivée de Costes et Bellonte, ne regrette-t-on pas de tout cœur l'absence de T. S. F. sur l' « Oiseau Blanc. » ?

Octobre 1930.

Digitized by Google

OHM (1787-1854)

par le Général ALVIN, Commandant l'École Polytechnique

IL est des savants dont les travaux ne peuvent se résumer en quelques pages. De nos jours, le plus modeste des candidats à un fauteuil de l'Académie des Sciences se recommande à ceux dont il aspire à devenir le confrère par un exposé de titres dont le seul énoncé tient une centaine de lignes. Les travaux du physicien allemand qui a donné son nom à l'unité de résistance électrique tiennent dans la formule très simple $E = IR$ qui traduit la relation existant entre la différence de potentiel ou **voltage** E, l'intensité du courant I et la **résistance** du conducteur R — relation que tout le monde peut comprendre, alors que la **relativité** de M. Einstein demande de longues explications dans un langage mathématique difficilement accessible.

Georg **Ohm** naquit le 16 mars 1787 à Erlangen, petite ville de Bavière qui possédait depuis 1743 une Université. Il était d'origine modeste, fils d'un ouvrier serrurier. De bonne heure il manifesta un goût marqué pour les sciences, poursuivit avec succès ses études dans sa ville natale et se destina au professorat. A trente ans, il était professeur de mathématiques et physique au gymnasium de Cologne. En 1826 il fut nommé professeur à la Kriegs Schule de Berlin où il resta jusqu'en 1833. C'est à Berlin qu'il publia en 1827, son ouvrage : « Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet » qui devait être traduit en français par Gaugain, seulement en 1860 et où se trouve la solution complète du problème de la distribution des courants dans les conducteurs filiformes.

En 1833 Ohm devint directeur de l'Ecole Polytechnique de Nürnberg en Bavière. Il y publia en 1849 son ouvrage « Beiträge zur Molekularphysik » au moment où il était nommé professeur de physique à l'Université de Münich. Il mourut dans cette dernière ville en 1854, âgé de 62 ans, laissant un ouvrage général intitulé « Grandzüge der Physik », qui fut publié à Nürnberg, l'année même de sa mort.

*

La méthode expérimentale a uniquement servi de guide au physicien allemand. L'origine de ses découvertes tient à la curiosité qu'il a eue d'examiner minutieusement l'état de tension électrique (comme on disait à son époque) des différents points d'un fil métallique traversé par un courant continu. Il arriva à la constatation primordiale suivante:

La chute du potentiel entre deux points d'un fil métallique traversé par un courant est proportionnelle à la distance qui les sépare.

Tous les autres éléments du phénomène étant supposés invariables, cette chute de potentiel varie avec l'intensité I du courant. Comment en dépend-elle ? Ohm répond :

La chute de potentiel entre deux points d'un conducteur homogène est proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse ce conducteur.

Mais quelle est la nature du coefficient de proportionnalité? Ohm ne devait pas tarder à montrer qu'il varie suivant le métal utilisé et la section du fil. Certains métaux semblent laisser passer le courant presque sans chute de potentiel ; d'autres amènent une déperdition notable de la tension; d'autres substances enfin, semblent pour ainsi dire absorber cette tension. Ainsi les substances sont-elles plus ou moins bonnes conductrices de l'électricité; elles opposent au passage du courant une résistance variable avec chacune d'elles. Pour un cylindre de longueur l et de section S le coefficient de proportionnalité, caractéristique de la résistance, est de la forme $\frac{l}{\gamma S}$, γ étant un coefficient spécifique auquel on a donné le nom de **conductivité** et dont la valeur dépend uniquement de la substance du fil.

Souvent on considère l'inverse de la conductivité γ et on appelle **résistivité** le coefficient spécifique ρ qui est égal à $\frac{l}{\gamma}$.

On peut ainsi écrire d'une façon générale:

$$\text{chute de potentiel} = \frac{l}{\gamma S} I = \rho \frac{l}{S} I$$

Les travaux de Pouillet et de Despretz en France ont mis les recherches d'Ohm en pleine lumière et la concordance des résultats obtenus depuis cent ans par les voies les plus diverses constitue une confirmation expérimentale aussi complète que possible de la loi formulée pour la première fois par Ohm.

La résistivité a donné lieu à des mensurations délicates que les applications journalières du courant électrique rendaient nécessaires. C'est en somme la résistance d'un fil par unité de longueur (centimètre) et unité de section (centimètre carré) et on l'exprime en **ohm-centimètre.** Un corps est **bon conducteur** lorsque sa résistivité est faible, et pour exprimer cette résistivité on emploie le **microhm centimètre.** Un corps dit **isolant** a une grande résis-

Digitized by Google

ivité qu'on exprime en **mégamégohm centimètres.** Entre les corps très bons conducteurs et les isolants, se poursuit la gamme des bons et des médiocres conducteurs.

L'expérience prouve que la résistivité des métaux augmente avec la température. Mais il y a des corps dont la résistivité diminue quand la température s'élève ; les liquides non métalliques, le charbon de cornues, les filaments des lampes à incandescence sont dans ce cas.

La résistivité des métaux aux très basses températures présente des particularités curieuses. **Dewar** et **Fleming** avaient prétendu en 1893 que la résistivité des métaux purs tend vers zéro quand on abaisse la température jusqu'à —273°. **Kamerlingh Onnes** a montré depuis que, pour certains métaux (mercure, étain, plomb, etc.), il existe une température au-dessous de laquelle leur résistivité est tellement faible qu'ils deviennent des **superconducteurs.** Mais la superconductivité cesse lorsque le métal se trouve placé dans un champ magnétique suffisamment intense. Il résulte de là qu'on ne peut augmenter indéfiniment l'intensité du courant porté par un superconducteur, car il arrive un moment où le champ produit par le courant fait cesser l'état de supraconductivité.

Le tableau suivant donne la valeur en microhm/cm des métaux usuels à la température de 15° :

Argent recuit . . .	1,41
Cuivre recuit . . .	1,50
Or recuit	2,14
Fer recuit.	8,97
Platine recuit . . .	10,90
Plomb recuit . . .	20,32

En raison de sa faible résistivité, le cuivre demeure le meilleur des conducteurs industriels. On utilise d'autre part, la grande résistivité du plomb pour fabriquer avec ce métal, allié à l'étain, des **coupe-circuits** fusibles.

Quant aux isolants industriels, leur résistivité s'exprimera en mégamégohms/cm c'est-à-dire 10^{12} ohms centimètres.

Mica	34
Gutta-percha	450
Caoutchouc vulcanisé . .	1 450
Gomme laque	9 000
Ebonite	28 000
Paraffine.	34 000
Quartz fondu	5 000 000
Air sec	Infinie pratiquement.

Tous ces nombres sont obtenus par des mesures effectuées par la méthode du **pont de Vheatstone**, que connaissent bien nos lecteurs.

*

La résistance des conducteurs n'est pas le seul élément qui, dans un circuit fermé, amène une chute de potentiel. La résistance intérieure de la source produisant l'énergie électrique est un autre élément de déperdition, non négligeable. Ohm avait remarqué qu'en faisant varier la distance qui sépare les deux lames d'une pile de Volta, sans rien changer au reste du circuit, l'intensité du courant éprouve des variations correspondantes, diminuant quand on écarte les lames, augmentant quand on les rapproche.

Considérons une pile formée de n éléments ; désignons par r la résistance intérieure et e la force électromotrice d'un des éléments, par R la résistance du circuit extérieur. La loi d'Ohm généralisée nous donne la formule :

$$I = \frac{ne}{R + nr}$$

La pile — et, d'une façon générale, tout générateur d'énergie électrique — est douée d'une force électromotrice f. é. m. Lorsque le circuit est ouvert, f. é. m. et voltage ont la même valeur. En fermant le circuit sur une résistance R, il naît un courant d'intensité I. La f. é. m. produit bien aux bornes de la source une différence de potentiel E ; mais la résistance intérieure r de la source amène une chute r I en sorte que le **votlage aux bornes** n'est plus que E — r I.

Dans le cas des accumulateurs, la résistance intérieure est faible. Dans les piles elle est plus importante. Prenons, pour nous en rendre compte une batterie constituée par 20 piles sèches dites « de poche ». Une telle batterie comprend 60 éléments (3 éléments par pile) mis en série. Chaque élément a une f. é. m. de 1,5 volt. La f. é. m. de la batterie est donc 60 × 1,5 = 90 volts. Supposons que le courant débité soit I = 20 milliampères. En admettant une résistance de 2 ohms par élément, ce qui suppose une batterie en excellente condition, la résistance intérieure sera de 120 ohms. Le voltage aux bornes est donc égal à 90 — 120 × 0,02, c'est-à-dire 87 volts,6 — (1). Dès que la pile vieillit la chute de tension r I s'accélère. C'est ce qui s'observe souvent en T. S. F. avec des piles de plaque en usage depuis longtemps ; la résistance d'une telle batterie peut atteindre jusqu'à 10.000 ohms.

*

A l'époque où le système C. G. S. a été institué (1881), les physiciens utilisaient comme unité de résistance, le **Siemens** dont l'idée première était due à **Pouillet** et qui correspondait à la résistance d'une colonne de mercure, à 0° C., ayant pour longueur 1 mm. et pour section 1 millimètre carré. Le Congrès de 1881 fut conduit à adopter une unité pratique à laquelle il donna le nom d'ohm et qui représente à un quinzième près l'unité Siemens. Son adoption avait l'avantage de conserver les ordres de grandeur auxquels les électriciens étaient habitués. L'**ohm légal** était représenté par la résistance d'une colonne de mercure de un millimètre carré de section et de 106 cm. de longueur à 0° C.

L'adoption de l'**ohm international** date du Congrès international tenu à Chicago en 1893. Les déterminations les plus soignées avaient permis d'établir que la résistance de 1 ohm est représentée par une colonne de mercure de 1 mm. carré d esection à 0° C. dont la longueur est comprise entre 106,2 et 106,3 centimètres. On se trouve ainsi en présence d'une question analogue à celle qui s'est présentée, lorsqu'on a défini l'unité de longueur comme la dix-millionnnème partie du quart du méridien terrestre. Il ne serait pas possible pratiquement d'apporter des petits changements à l'unité choisie au fur et à mesure des progrès réalisés dans la technique expérimentale et **par convention** on a admis que **l'ohm international est représenté par la résistance d'une**

(1) Cet exemple est emprunté à la première édition de *Pratique et Théorie de la T. S. F.*, l'ouvrage de **Paul Berché.**

Digitized by Google

colonne de mercure de section uniforme de 106 cm, 3 de longueur et ayant une masse de 14 grammes 4521, le mercure étant à la température de la glace fondante sous la pression atmosphérique normale.

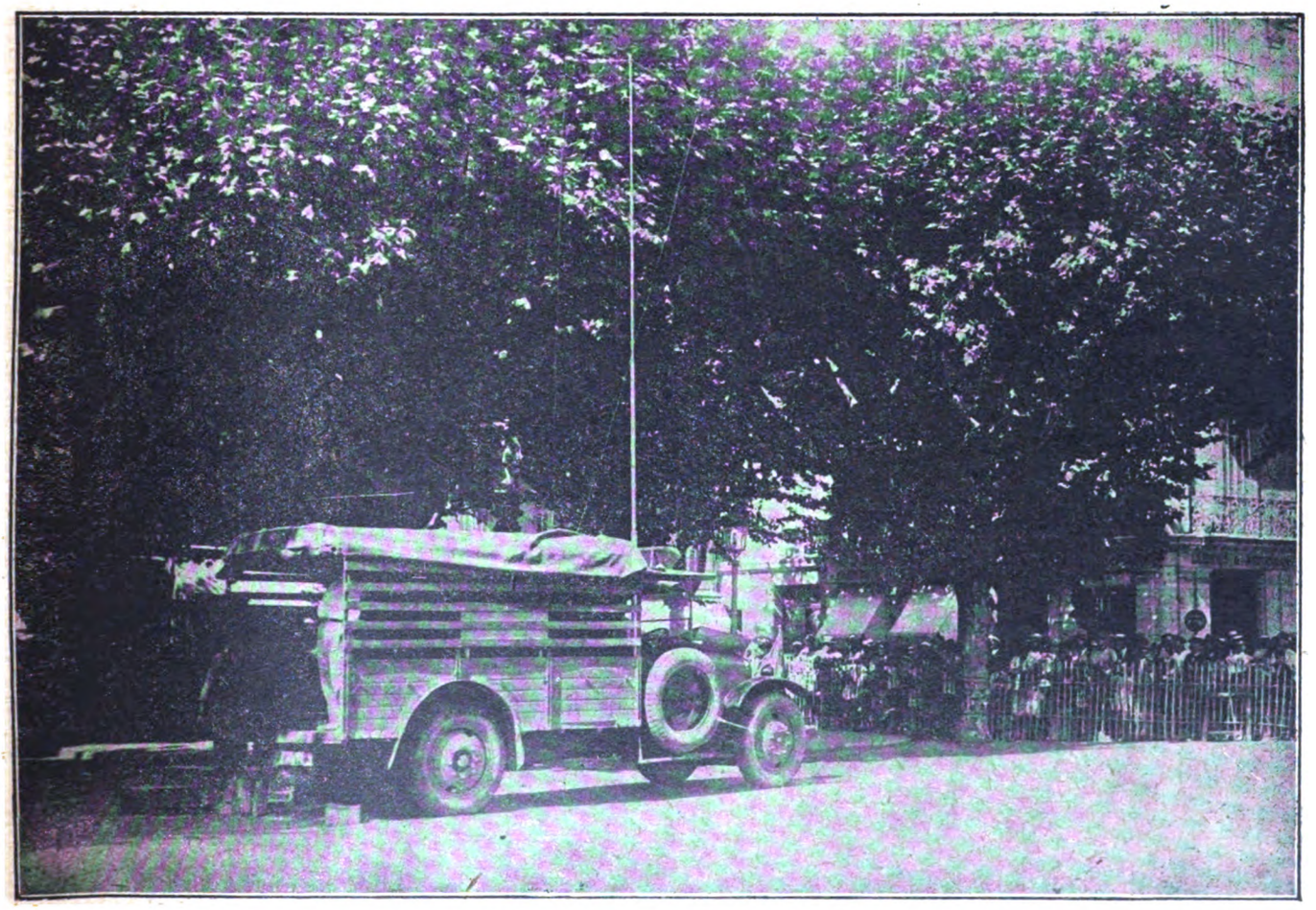
Dans cette définition, l'indication de la section du tube est remplacée par celle de la masse de mercure qui remplit un tube ayant 106 cm, 3 de longueur et une section de 1 millimètre carré. On se rapproche ainsi des conditions expérimentales, car la mesure précise de la section d'un tube ne peut se faire que par un calibrage suivi d'une pesée.

L'ohm étant défini, on peut définir le volt: différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est de 1 ohm, traversé par un courant invariable égal à un ampère.

Le symbole de l'ohm est la lettre O.

On utilise comme multiple de l'ohm le **mégohm** MO qui vaut un million d'ohms (106 ohms) et comme sous-multiple le **microhm** qui vaut un millionième d'ohm (10-6 ohm).

p Alsius ?



Voiture Radio L.L. pour la diffusion du Tour de France

Digitized by Google

LES PHÉNOMÈNES DE PROPAGATION

Réponses à quelques lecteurs

par le Général CARTIER

UN lecteur de Milan me reproche de toujours chercher, en dehors des formules, une explication des phénomènes. « Croyez-vous donc qu'il soit indispensable de concevoir une explication mécanique de la gravitation ou de la lumière pour admettre la formule de *Newton* ou celles de *Fresnel* ? »

Ma réponse est celle que *Lord Kelvin* faisait, il y a une cinquantaine d'années, à une observation semblable de certains de ses collègues : « Je ne suis jamais satisfait de l'explication d'un phénomène tant que je n'ai pu en faire un modèle mécanique. Si je puis faire un modèle mécanique, je comprends ; si je ne le puis, je ne comprends pas. » Il n'a jamais admis, à cause de cela, la théorie électromagnétique de *Maxwell*, dont l'éther tourbillonnaire lui paraissait invraisemblable.

Il se défiait de la rigidité des formules. « Rien ne peut être plus fatal au progrès qu'une trop grande confiance dans les symboles mathématiques, car l'étudiant n'est que trop disposé à prendre la formule, et non le fait, comme la réalité physique. »

Il n'avait d'ailleurs pas l'obsession du modèle mécanique en toutes circonstances : on sait qu'il proclama hautement sa croyance en un pouvoir créateur et en une Providence qui veille sur le monde. *Voltaire* n'a-t-il pas déclaré qu'il n'y avait aucun inconvénient à admettre l'existence de Dieu ?

Rappellerai-je que *Lord Kelvin* ne voulut jamais regarder l'électricité comme l'élément ultime de la matière et qu'il se défia des conceptions trop fantaisistes comme celles du grain d'électricité et du grain de lumière qui lui paraissaient aussi inadmissibles que celles du grain de chaleur à laquelle on a renoncé depuis *Lavoisier*, ou du grain sonore qu'on n'a pas encore songé à invoquer en acoutique : l'électricité et la lumière sont des phénomènes comme la chaleur et le son. Il y a des molécules, des fluides qui produisent ces phénomènes ; il n'y a pas de grain de phénomène.

Picard n'a pas craint d'écrire que « l'attraction à distance est, pour les physiciens, un grand scandale ». Cela ne les empêche pas d'en faire état sans chercher à expliquer comment elle pourrait s'exercer à travers des fluides comme l'air que nous connaissons bien, ou l'éther que nous commençons à connaître. En électromagnétisme, on parle couramment de l'attraction ou de la répulsion qu'exerceraient l'un sur l'autre des pôles d'aimant, suivant qu'ils sont de noms contraires ou de même nom : ces attractions et ses répulsions sont des apparences qui ont pu tromper les premiers expérimentateurs, dont nous avons gardé le langage. Mais comment peut-on parler d'attraction et de répulsion entre électrons libres quand il est évident que ces électrons sont tous de même nature et ne peuvent exercer de telles actions ?

Duhem qui avait été frappé par les nombreux phénomènes dont la nature intime nous échappe, disait : « Pour le physicien, l'hypothèse que tous les phénomènes naturels peuvent s'expliquer mécaniquement, n'est ni vraie ni fausse : elle n'a aucun sens ». Sans doute, voulait-il dire que toute explication mécanique est incomplète. Il ajoutait : « Une théorie physique n'est ni une théorie de croyant, ni une théorie d'incroyant, mais une théorie de physicien.

« Le sens commun est le seul fondement de toute certitude scientifique, philosophique, religieuse ». Ne va-t-il pas un peu loin ?

« On objecte que certaines croyances philosophiques et religieuses reposent uniquement sur des raisonnements sans valeur, invoquant sans cesse des notions indéfinissables qui ne sont que des mots vides de sens. Mais on en peut dire autant de toutes les sciences, même de celles qu'on regarde comme les plus rigoureuses : la physique, la mécanique, même la géométrie ». *Descartes* ne se défiait que des philosophes et croyait aux mathématiques !

Henri Poincaré partageait les prépréventions de *Duhem*. « Les propriétés géométriques ne correspondent à aucune réalité ; elles forment un ensemble de conventions que l'expérience a pu suggérer à l'esprit, mais qu'elle ne lui a point imposées.

« Les discussions chères aux écoles philosophiques de tous les temps sur le réel et le vrai, semblent oiseuses à ceux qui observent et expérimentent. »

Et il concluait avec *Picard* : « Le point de départ de la science est dans le sens commun. La science est le prolongement du sens commun qu'elle rectifie d'ailleurs quand il y a lieu. »

On sait que *Henri Poincaré* ne s'était pas laissé séduire par les mirages de la relativité. Il en voyait tous les dangers et les faiblesses. La théorie de la relativité n'a été conçue que parce qu'aucune expérience, faite à la surface de la Terre, n'avait pu mettre en évidence le mouvement de translation de celle-ci par rapport à l'éther. *Picard* remarque que cela tient peut-être aux erreurs des expérimentateurs ou à un mauvais choix du type d'expériences à faire : il pense qu'avant d'édifier une théorie nouvelle, il eût été plus sage de tenter des expériences d'un autre genre.

Or, j'ai montré que des expériences bien connues et de tous les jours prouvent le double mouvement de la terre par rapport à l'éther : la déclinaison de l'aiguille aimantée est due au mouvement de rotation, l'inclinaison, elle, est due au mouvement de translation. Que faut-il de plus pour mettre en évidence ce souffle d'éther dont l'existence reconnue ferait s'écrouler en partie ces ingénieuses théories de la relativité restreinte ou généralisée ?

D'après *Poincaré*, « dans tout le relativisme, il ne reste qu'un absolu : la

Digitized by Google

vitesse de la lumière dans le vide. « Il serait plus exact de dire que dans l'éther bien en équilibre, la vitesse de la lumière est uniforme et la même dans toutes les directions, les surfaces de niveau sont des sphères concentriques et les rayons lumineux des droites. Mais où trouver cet éther pur et en équilibre ? Existe-t-il même quelque part dans l'univers une zone où la vitesse de la lumière soit la même dans toutes les directions ? Comme le remarque justement *Emile Borel,* la théorie de la relativité ne paraît s'appliquer qu'à un monde qui nous est inaccessible ».Alors, comment expliquer l'enthousiasme passionné qu'elle a rencontré dans certains milieux ?

Evidemment, « la science ne connait point de dogmes, et il se peut que des expériences positives précises nous forcent un jour à modifier certaines idées devenues notions de sens commun ». En attendant que cette prophétie de *Picard* se réalise, il est à noter qu'*Einstein* montre plus de retenue et de bon sens que beaucoup de ses disciples pour lesquels « la vérité n'est pas ce qui est, mais ce qui devrait être pour justifier leurs théories. »

Un prêtre du Sud-Ouest, que je remercie ici de ses encouragements et de ses critiques, me fait remarquer que « la science et la moralité sont loin de progresser de pair, l'accroissement de la connaissance scientifique ne rendant pas nécessairement les hommes plus moraux ». C'est vrai, bien que « l'habitude de la méditation incline l'esprit à la sérénité et à la modestie, car le savant, plus que tout autre, connaît la grandeur de nos ignorances ».

Les nombreuses lettres que m'ont values ces articles me prouvent que, dans le monde radiophonique, on commence à se défier des formules trop simples et des théories trop fantaisistes. Un correspondant de Varsovie m'écrit : « Vos articles me montrent sous un jour tout à fait nouveau les phénomènes qui se passent dans mon récepteur. Je cherche à y suivre les évolutions de ces électrons libres qui jouent des rôles si variés, qu'ils s'écoulent, majestueux, dans les circuits de chauffage, ou se livrent à des gymnastiques échevelées dans les circuits alternatifs ou ondulés où je crois les voir accomplir avec infiniment d'adresse les amplifications qui leur sont demandées et cette détection qui m'a si longtemps intrigué et qui me paraît maintenant si simple. »

Un autre se déclare quelque peu déconcerté par mes idées sur les aimants, classiques en ce qui concerne la constitution de ces aimants avec leurs courants atomiques normaux à l'axe, mais révolutionnaires pour ce qui touche les phénomènes apparents d'attraction ou de répulsion, et ce flux magnétique que je nie et auquel on fait jouer un si grand rôle. « Je suis séduit par votre explication du spectre magnétique et je comprends maintenant pourquoi les grains de limaille s'orientent comme ils le font sous l'action de forces circulaires transversales, et ne se déplacent pas comme ils devraient le faire s'il existait un flux longitudinal. »

Un professeur d'Ecole Normale se demande comment il se fait que le rapport que j'ai signalé entre la vitesse moléculaire d'un fluide et la vitesse du son dans ce fluide, semble ignoré des physiciens et des savants. Ce rapport m'a été révélé, il y a une quinzaine d'années, par une note du *général Chapel,* comme un résultat d'expérience. J'en ai donné une explication simple et montré qu'il devait être égal à 0,75, c'est-à-dire que la vitesse du son dans un fluide était égal aux 3/4 de la vitesse moléculaire moyenne. *Maxwell* l'avait déjà démontré par une autre méthode et il avait trouvé 0,74 comme valeur de ce rapport.

Qu'on n'ait pas songé avant moi à appliquer cette observation à l'éther, cela tient aux idées extravagantes que l'on avait de la constitution de l'éther et dont j'ai critiqué quelques-unes dans un précédent article.

Un de mes camarades d'Ecole m'a signalé des erreurs dans certains de mes articles, erreurs évidentes qui ont été certainement corrigées par mes lecteurs et qui sont pour la plupart des coquilles d'imprimerie.

Un autre a constaté que quelques idées ou formules étaient présentées d'une manière différente à quelques mois d'intervalle. Ces modifications,peu importantes généralement, m'ont été suggérées par des documents nouveaux ou par des observations de correspondants qui veulent bien suivre ces articles et que je remercie bien sincèrement de leur amicale collaboration.

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

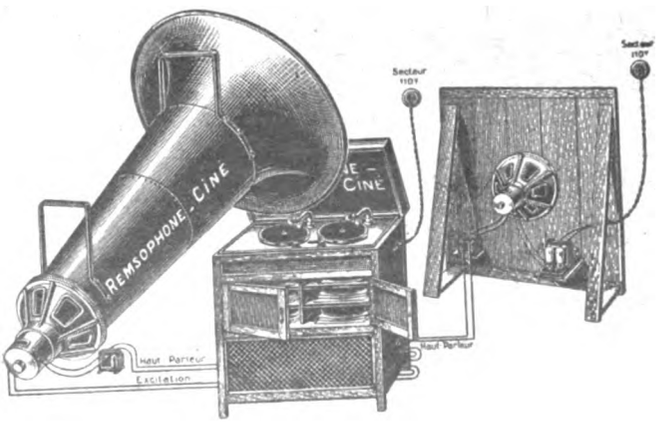
Type Grande Puissance pour Cinés - Fêtes Foraines - Dancing

Agence Générale France et Colonies :

Raymond FERRY

59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (X^e^) Téléphone : Nord 60-56



Installation sonore avec dynamique GÉANT HÉGRA à partir de 8.200 frs.

L'installation parlante et sonore

REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opérama, 30, Boulevard Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

Digitized by Google

Les Amplificateurs de Gramophone

QUELQUES SUGGESTIONS DES MONTAGES NOUVEAUX

par R. CUIN, ancien élève E. E. M. I.

QUAND on veut construire un amplificateur basse fréquence destiné à être attaqué par un pick-up, la première pensée qui vient généralement à l'esprit est d'employer un schéma classique et des lampes courantes; cependant est-il indispensable d'employer la liaison par transformateur par exemple? Les meilleurs de ces appareils sont toujours coupables de distorsion, elle est le plus souvent très discrète grâce aux progrès réalisés, mais si un seul étage à transformateur donne des résultats presque parfaits, il est préférable de ne pas en monter deux en cascade, quoique cette disposition soit couramment employée. Au cours de ces lignes nous allons tâcher de montrer dans quel sens on peut aller à la recherche d'un schéma idéal en tâchant d'éliminer les défauts des montages courants.

1er Montage. — Ce schéma très simple ne comporte qu'un seul étage à transformateur et donne cependant suivant les lampes employées une puissance très grande pouvant atteindre 8 watts modulés. Nous allons en donner les caractéristiques pour une puissance de sortie de 12 watts dissipés, ce qui donne une puissance modulée de 3,8 watts, grâce à la lampe spéciale E. 443 N. Ce tube pentode tout nouveau n'est construit que par une seule maison, ainsi que le tube triode E. 424 utilisé à l'entrée.

Cet amplificateur comporte donc deux lampes: une E. 424 et une E. 443 N, un transformateur de liaison et un dispositif de sortie. Le pick-up doit être d'un modèle puissant donnant jusqu'à environ 5 volts à vide dans les « forte ». Les constructeurs devraient indiquer la tension que donnent leurs pick-up, il serait ainsi possible de déterminer sans tâtonnements la grandeur de l'amplification qu'ils nécessitent. A titre de renseignement, signalons que le Philips 4.005 répond à la condition énoncée ci-dessus.

Nous allons examiner dans l'ordre les différents appareils qui composent cet ampli.

Pick-Up. — Comme nous l'avons dit plus haut, cet appareil doit donner à peu près 5 volts à vide. Si son poids atteint 150 grammes et plus, il sera avec avantage monté sur un bras à contrepoids ou ressort diminuant la pression sur le disque. Dans tous les cas le rendement et l'usure des disques sera bien plus faible si l'on adopte un bras tel que le déplacement latéral de l'aiguille soit intégralement utilisé du début à la fin, pour cela le pick-up ne doit pas décrire un arc de cercle mais se déplacer latéralement de telle façon que le déplacement de l'aiguille soit toujours parallèle à un même rayon du disque.

Commande de volume.—Le meilleur dispositif à employer est un potentiomètre d'une résistance de 50.000 à 100.000 ohms, placé en parallèle sur le pick-up et dont le curseur est relié à la grille de la lampe d'entrée. On peut ainsi soit donner toute la puissance, soit obtenir une audition extrêmement faible à peine perceptible avec un casque téléphonique.

Lampe d'entrée. Le tube sera d'un modèle à chauffage indirect ayant les caractéristiques suivantes: Résistance interne R. i. 8.000 ohms. Coefficient d'amplification k. 24. (d'où une pente de 3 m. A/V). Courant anodique normal 3 m. A. pour une tension plaque de 150 volts et polarisation négative de grille de 4,5 volts. Le chauffage s'effectuant sous une tension de 4 volts et une intensité de 0,9 ampère. Le seul tu-

Digitized by Google

be du marché européen ayant ces caractéristiques est, au moment où nous écrivons ces lignes le E. 424 de Philips. On pourra évidemment le remplacer par un tube d'autre marque possédant **exactement** les mêmes caractéristiques... quand il en existera. La polarisation de grille sera obtenue à l'aide d'une résistance variable shuntée par une capacité de 1 ou 2 m. F. et intercalée dans la connection de retour de la cathode. Signalons qu'il peut y avoir avantage à porter la tension anodique de cette lampe à 200 volts en augmentant parallèlement la tension de polarisation de façon à ne pas dépasser un courant plaque de 5 à 6 m. A., il semble que 6 volts seraient une valeur convenable. Cette modification éviterait la déformation due à la saturation de la lampe, quand la commande de volume est placée au maximum, la tension appliquée à sa grille pouvant dans ce cas atteindre 5 volts.

Dispositif de liaison. Ce sera un transformateur de haute qualité, de faible rapport ne dépassant pas 3. On choisira par exemple un « Super SOL » de rapport 1,5 ou 2, un « Philips » 4.003, un « Ondia » de rapport 2,7, un « Far » dernier modèle ,rapport 3. De la qualité de cet appareil dépendra le rendement musical de l'amplificateur. La masse: carter de blindage - noyau magnétique, sera reliée au pôle négatif de la source de tension anodique.

Tube de sortie. Ce tube est également un modèle peu courant sur le marché, il vient d'être lancé par le même constructeur que la E. 424. Comme nous l'avons dit c'est une pentode. En voici les caractéristiques : R. i. 20.000 ohms — K. 60 (pente 3 m. A./V.) — I. a. 30 m. A. pour tension plaque 400 volts, tension grille de commande — 28 volts, tension grille écran 175 volts. Le chauffage s'effectue sous 4 volts, l'intensité absorbée est de 1 ampère. La grille écran absorbe elle-même 5 m. A. sous la tension indiquée précédemment. Dans ces conditions la puissance modulée est de 3,8 watts, mais la puissance sonore fournie est bien plus grande que celle d'une triode de même puissance dissipée. Le retour de grille s'effectuera au point central d'une « Center-Tap » résistance fixe de 75 ohms, placée en parallèle sur le filament, le tube étant à chauffage direct. On intercalera dans la connection une résistance shuntée par un condensateur, comme pour la première lampe, cette résistance sert à la polarisation de grille de commande du tube. La tension de grille écran sera obtenue à l'aide d'un potentiomètre placé en parallèle sur la source de tension anodique. Au lieu de ce tube E. 443 N, on pourrait employer le modèle F. 443, celui-ci avec une tension plaque de 500 volts a une puissance dissipée de 25 watts donnant une énergie modulée de 8 watts. L'inclinaison de sa caractéristique est de 4 m. A./V. On se rend compte de l'énorme puissance sonore qu'il est capable de fournir, lui permettant d'actionner plusieurs haut-parleurs électrodynamiques de grande taille.

Dispositif de sortie. Les haut-parleurs à employer à la suite d'amplificateurs aussi puissants sont soit des électrodynamiques à bobine mobile, soit des électrostatiques, soit, selon la disposition employée pour les films sonores « Tobis », un ensemble de plusieurs haut-parleurs des deux types; toutes les fréquences musicales sont ainsi correctement rendues. Toutefois l'emploi des électrostatiques demande des dispositifs spéciaux dont un redresseur haute tension donnant environ 1.000 volts et ces appareils sont encore peu courants en France, aussi n'envisageons - nous pratiquement que l'emploi des « moving-coil ». Certains modèles de ces derniers ont un transformateur d'entrée dont le primaire ne peut pas supporter l'intensité assez élevée du courant anodique de la lampe de sortie, il est alors nécessaire de dériver ce courant par une self de sortie spéciale, celle-ci doit avoir une forte impédance en rapport avec celle de la lampe. Une self de 50 à 60 henrys à faible capacité répartie et prévue pour 30 m. A. doit convenir, il y aurait avantage à utiliser une self comportant des prises intermédiaires permettant l'ajustement des deux impédances: Lampe — Primaire du transformateur du haut-parleur. La liaison entre le circuit plaque et le transformateur d'entrée se fera par un condensateur de 4 microfarads essayé à 1.500 volts courant continu.

L'extrémité laissée libre du primaire sera reliée à la masse de l'installation correspondant au pôle négatif de la haute tension. Par contre plusieurs types peuvent facilement supporter le courant plaque de la lampe dans le primaire du transformateur, il suffit alors de relier directement la plaque de la lampe à l'enroulement. En général les impédances s'adaptent parfaitement et le rendement, tant en qualité qu'en puissance sonore est très bon.

Alimentation. Un seul transformateur pourra suffire pour fournir les courants de chauffage et de tension plaque de l'amplificateur, cependant la pureté sera meilleure avec un transformateur de chauffage séparé. Dans un but de simplicité et d'économie on peut adopter la première solution, on utilisera par exemple le transformateur Ferrix VH 8, qui s'adapte parfaitement au nouveau tube redresseur Philips 1.561 dont voici les caractéristiques: Tension anodique maxima 2 × 500 volts — courant redressé 125 milliampères, chauffage 4 volts, 2 ampères. Eu égard à sa puissance, ce tube biplaque est d'un prix assez bas le rendant très intéressant. Si l'on désire employer un transformateur de chauffage séparé, on pourra adopter le AF 4 ou le EF 4 de Ferrix. Comme self de filtrage un modèle de 50 ou mieux 100 henrys convient parfaitement, elle sera conjuguée avec deux condensateurs de 6 à 10 m. F. essayés à 1,250 volts courant continu ou mieux alternatif.

Il est évident que pour la partie alimentation on peut adopter tout autre marque de transformateurs ou de tubes redresseurs. Nous avons seulement donné un exemple de montage simple, bon marché et ayant cependant un très bon rendement. On pourrait redresser le courant H. T. à l'aide de deux kénotrons monoplaques comme les Métal K. 30 ou Radiotechnique V. 105; employer deux selfs de filtrage, le courant anodique de la lampe de sortie étant pris après la première de plus faible impédance. Nous décrirons d'ailleurs prochainement, soit dans cette revue, soit dans l'**Antenne**, un redresseur haute tension à kénotrons pouvant alimenter un puissant amplificateur de gramophone ou de radio.

2e Montage. — Il y a relativement peu de pick-up donnant une force

Digitized by Google

électromotrice aussi élevée que celle qui est nécessaire pour l'amplificateur du paragraphe précédent. Par contre, des modèles donnant au maximum 0,5 volt dans les « forte » sont courants, il convient alors d'utiliser une plus grande amplification. Ceci s'obtiendra à l'aide de plusieurs étages. Il y a bien la solution qui consiste à employer un transformateur d'entrée, mais comme nous l'avons dit au début de cet article, cette solution est défectueuse au point de vue du rendement musical; il est d'ailleurs facile d'augmenter le nombre de tubes de l'amplificateur et si tout est convenablement calculé, il n'en résulte aucune déformation.

Nous emploierons deux étages d'amplification donc trois tubes dont un de sortie. Le premier étage sera monté à résistance, avec tube à fort coefficient d'amplification, le deuxième, et c'est la particularité du montage, utilisera un transformateur monté de façon spéciale, le tube de sortie aura une puissance de 25 ou même 50 watts dissipés donnant 5 ou 14,4 watts modulés. Le pick-up donnera au plus 0,5 ou même 1 volt. Pour son montage on se reportera à ce que nous avons dit pour le premier amplificateur. La commande de volume sera exactement semblable.

Lampe d'entrée. Elle sera à chauffage indirect et ses caractéristiques seront approximativement les suivantes : R. i. 15 à 25.000 ohms — K. 30 à 40 — Inclinaison 1,5 à 2 m. A./V. — Courant anodique normal 1 à 4 milliampères pour une tension anodique de 150 à 200 volts et une polarisation négative de grille de 2 à 7 volts. Le chauffage s'effectue sous 4 volts et 0,9 à 1,1 ampère. A ces conditions répondent les tubes suivants: E. 438 de Philips, DW 3020 de Métal, I 4078 de Radiotechnique, BI 4090 de Zénith, AR 4100 de Tungsram, MH 4 de Gecovalve. On voit que le choix ne manque pas; nous allons établir nos calculs d'après les caractéristiques et la courbe d'un de ces tubes, si l'on choisit un autre il faudra modifier la valeur de la résistance anodique et de la polarisation de grille.

Avec le tube Métal secteur DW 3020, il faudrait une résistance anodique de 114.285 ohms, valeur théorique pour une tension plaque de 450 volts. Pour une polarisation négative de grille de 3 volts, le courant anodique est alors de 1,75 m. A. et la chute de tension dans la résistance réduit la tension plaque aux 150 volts normaux pour le tube. En pratique on emploiera une résistance de 100.000 ohms. Une résistance « Pyralix », « Elcosa » ou « Alter » convient parfaitement. La polarisation de grille sera obtenue, comme pour la E. 424 par une résistance placée sur le retour de cathode.

Dispositif de liaison. Ce sera un simple condensateur genre P. T. T. de 0,2 m. F. essayé à 1.500 volts, courant continu.

Deuxième lampe. Le condensateur de liaison sera relié à la grille de la lampe intermédiaire; elle-même reliée au pôle négatif de la haute tension par une self à fer à faible capacité répartie et à haute impédance : S. I. 250 de Solor (250 henrys) ou encore SOL 2.002 (180 henrys). Il serait très avantageux au point de vue qualité de la reproduction d'employer une lampe à chauffage indirect, il nous faut un tube admettant une polarisation de grille d'au moins 15 volts, de telles lampes sont rares, nous en connaissons une seule dont le chauffage se fasse sous 4 volts, c'est la ML 4 de Gecovalve, mais son courant anodique est un peu trop élevé pour l'emploi comme tube intermédiaire. La seule solution pratique à ce point de vue serait d'utiliser un tube à chauffage direct du genre B. 405. Nous préférons toutefois une solution un peu plus complexe; elle consiste à employer une lampe à chauffage indirect sous 2,5 volts et 1,75 ampère; la Métal BW 604 dont voici les caractéristiques: chauffage 2,5 volts 1,75 ampère. R. i. 4.300 ohms — K. 6. — Pente 1,4 m. A. A./V. — Tension plaque 150 volts — I. a. 6 m. A. — Polarisation de grille — 15 volts. On placera dans son circuit plaque une résistance de 40.000 ohms d'une des marques indiquées ci-dessus. Cette résistance ne sera pas shuntée par une capacité. La tension plaque sera ainsi réduite à peu près aux 150 volts normaux. Ce tube sera chauffé par un transformateur séparé, la pureté sera encore améliorée de ce fait.

Deuxième dispositif de liaison. La particularité du montage est d'utiliser le schéma américain dit « Resonated Transformer ». On prendra un transformateur semblable à celui que nous préconisons pour le premier amplificateur, cet appareil sera monté en auto-transformateur. L'entrée du secondaire sera connectée à la sortie du primaire et ce point commun relié à la plaque de la lampe BW 604 par un condensateur de 0,5 à 1 m. F. essayé à 1.500 volts. La sortie du secondaire ira à la grille de la lampe de sortie. L'entrée du primaire sera reliée au pôle négatif du redresseur de tension anodique ainsi que la masse du transformateur.

Nous avons oublié de parler du dispositif employé pour polariser la deuxième lampe; on utilisera le même montage que pour la première: résistance intercalée dans le retour cathodique.

Lampe de sortie. Il nous faut un tube puissant admettant une polarisation d'environ — 80 volts et donnant au moins 5 watts modulés. Le tube standard américain 250 convient parfaitement, on lui trouve les correspondants suivant: P. 720 de Zénith, F. 704 de Philips, P. 20 de Fotos-Grammont, LS 6 A de Gecovalve. Les caractéristiques des deux premiers sont approximativement semblables : R. i. 1.100 et 1.800 ohms. — K. 3,8 — Inclinaison 3,5 et 2,1 m. A./V. I. a. 55 m. A. pour tension plaque 450 volts, tension grille — 84 volts. Le retour de grille s'effectuera comme pour la E. 443 N, au point central d'une « Center Tap » de 75 ohms. Le chauffage est de 7,5 volts 1,25 ampère.

Si l'on désire une plus forte puissance atteignant 50 watts dissipés, on emploiera le tube amplificateur Philips MC 1/50 qui pour une polarisation grille de 80 volts donne une puissance modulée de 14,4 watts sous tension anodique de 1.000 volts ; son inclinaison est de 4 m. A/V. On pourrait aussi prendre le 4 K 170 de Tekade fonctionnant sous 700 volts et donnant 10 watts modulés. Une résistance de polarisation sera intercalée entre le point central de la « Center-Tap » et le pôle négatif du redresseur H. T.

Dispositif de sortie. On se reportera à ce que nous avons dit à ce sujet pour le premier ampli. Il faudra toutefois tenir compte du courant anodique plus important des tubes employés. Le MC 1/50 consomme 50 milliampères. Les résistances internes étant plus faibles, une self

Digitized by Google

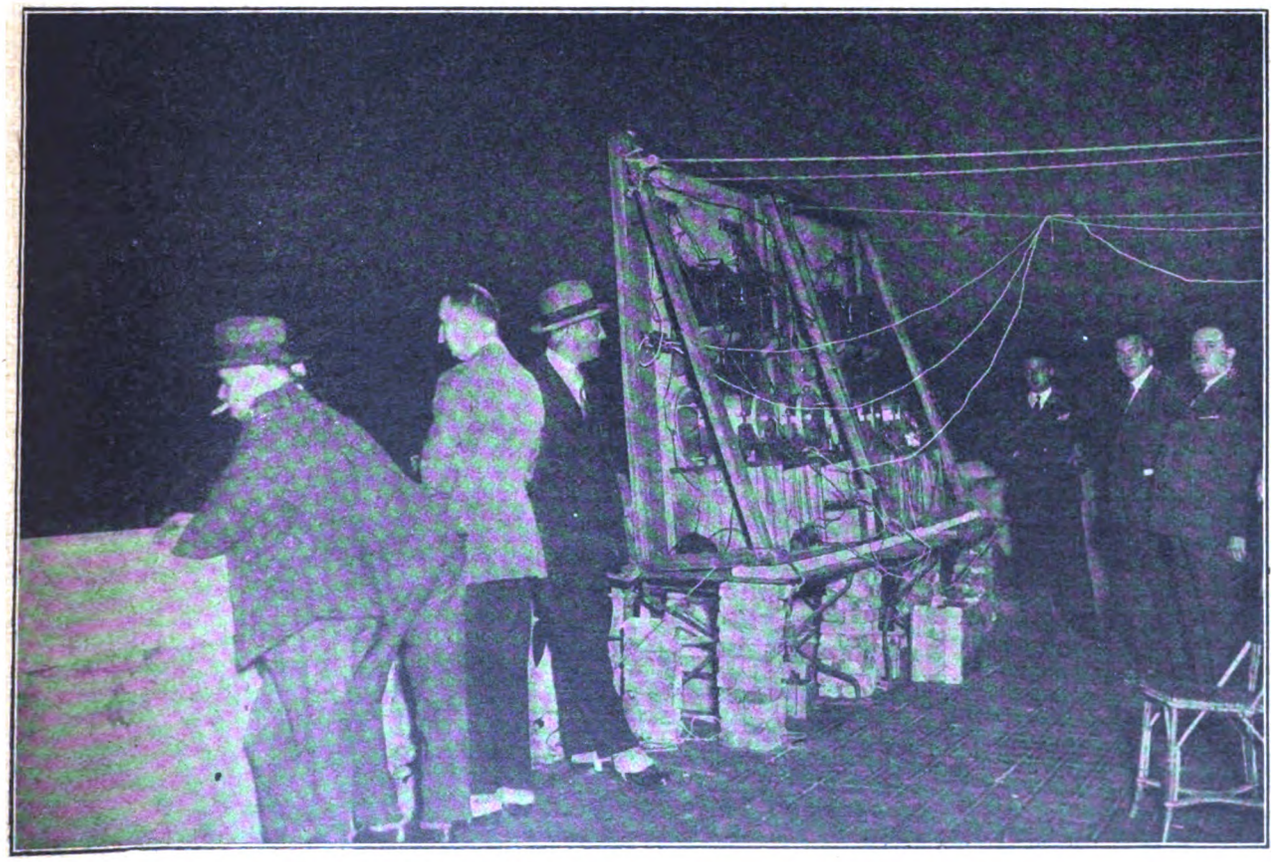
spéciale de 20 henrys conviendra (Ne pas prendre une self ordinaire de circuit filtre H. T., en général la capacité répartie est trop grande). Si la tension anodique dépasse 500 volts, le condensateur de sortie devra être esssayé à au moins 2.000 volts, courant continu.

Alimentation. Le redresseur haute tension devra avoir une puissance plus grande que celui utilisé pour l'amplificateur précédent. On utilisera par exemple des Kénotrons K. 30 de Métal avec un transformateur Ferrix VH 3 ou SOL 814; des V. 155 de Radiotechnique avec transformateur Ferrix VH 2; des 1.562 de Philips ou R 10 M de Zénith avec transformateur SOL 1.028. Quant au filtre, il sera semblable à celui décrit pour l'amplificateur précédent. Le chauffage de la première lampe sera assuré par un transformateur 4 volts: Ferrix A F 4 par exemple. Celui de la deuxième lampe par un transformateur donnant 2,5 volts : type A F 2 et enfin celui du tube de sortie par un troisième transformateur donnant 8 volts: exemple E8/3 de Solor.Il faudra intercaler un rhéostat de 2 ohms qu'on réglera une fois pour toutes. Ceci pour les tubes genre 250. Pour le MC 1/50 il faudrait un transformateur spécial donnant 10 volts et le redresseur haute tension serait également différent.

Conclusion. — Voici déjà décrits deux montages dont le second surtout est peu connu, nous pensons même être les premiers en France à appliquer le « Resonated Transformer » à un amplificateur phonographique. Dans un prochain article nous montrerons l'avantage qui résulte de l'emploi du montage push-pull et nous présenterons une adaptation toute nouvelle et très intéresdante de ce schéma.

R. CUIN

ancien élève E. E. M. I.



RAID TRIOMPHAL DE COSTES ET BELLONTE

Les Hauts-Parleurs installés place de la Concorde, diffusent les nouvelles de l'arrivée à New-York.

Digitized by Google

Revue des Pick-Up

par W. LIPOUG.

La technique du Pick-up se perfectionne tous les jours... C'est pourquoi nous pensons utile de donner ici une Revue des Pick-ups, celle-ci continuellement réglée sur les progrès réalisés.

Nous commencerons notre étude par l'examen des pick-ups BROWN et CÉLESTION.

Voici les caractéristiques du premier : le PICK-UP BROWN.

Les deux modèles qui nous paraissent les plus intéressants sont les numéros 2 et 3 (Tone Arm Model).

Le premier N° 2 donne pour des fréquences de : 250, 1.000, 2.000 et 4.000 cycles, des voltages respectivement égaux à : 1,4, 0,74, 1,6 et 0,15 volt.

Le second N° 3 (Tone Arm) donne pour les mêmes fréquences, des voltages égaux à : 0,15, 0,2, 0,35 et 0,15 volt.

Disons ici que ces essais à différentes fréquences ont été effectués à l'aide des disques dit DE FRÉQUENCE, édités par la Société « LE GRAMOPHONE ».

Nous signalons ceux-ci comme particulièrement intéressants pour les constructeurs qui veulent étudier la façon dont se comportent leurs appareils pour telle ou telle fréquence.

La figure 1 suivante, montre une vue en coupe du modèle n° 3, qui est le plus perfectionné.

Pour la lecture des dessins, nous avons adopté les conventions suivantes :

La direction du mouvement de l'aiguille autour de sa position d'équilibre est indiquée par une double flèche.

L'axe d'oscillation de l'aiguille est indiqué par la lettre P pendant que les tampons amortisseurs sont notrs A.

Les pôles d'aimant, suivant la convention habituelle sont notrs N et S. Ces règles admises, on voit, figure 1, que l'on a 1° deux aimants séparés, qui sont réglés de manière à donner une variation différentielle du flux et 2° une armature vibrante, très légère dans l'ensemble mais renforcée sur l'axe du mouvement P.

Cet axe P est réalisé par un couteau serti dans la branche S d'un des aimants (à gauche sur la figure 1).

La partie oscillante (et renforcée) de la palette porte sur la « lame » de ce couteau et y reste appuyée légèrement, grâce à la pression de la pièce de caoutchouc D.

Les tensions fournies sont assez uni-

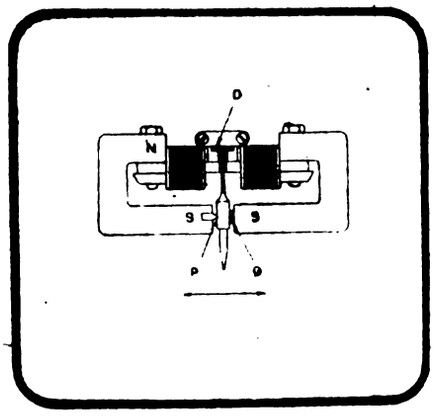


FIG. 1

formes, ne variant guère entre 250 et 4.000 cycles, mais avec, cependant, une *bosse* de résonance allant de 1.000 à 2.000 cycles.

Les connexions sont effectuées à l'aide de fiches enfoncées à l'extrémité du bras.

Le modèle n° 2 est du type à bon marché.

Il se distingue du n° 3 décrit par une moindre liberté d'oscillation de la palette porte-aiguille. Sa sensibilité reste grande et très convenable pour actionner un amplificateur à deux lampes.

2° PICK-UP CONSTABLE CÉLESTION

C'est le dernier appareil que nous devons examiner dans ce numéro. Disons de suite qu'il a été le premier PICK-UP TECHNIQUE que l'on ait pu trouver sur le marché.

Depuis, il y a eu l'émulation, ce qui n'empêche pas qu'il est encore un des meilleurs actuellement connus.

Voici les différents voltages qu'il fournit pour des fréquences égales à 250, 1.000, 2.000 et 4.000 cycles :

Ces voltages sont, dans l'ordre, égaux à : 0,38, 0,28, 0,35 volt avec chûte rapide aux environs de 4.000 cycles.

La figure 2 montre les détails de sa construction.

L'armature porte-aiguille est symétrique par rapport au pivot P, ce qui lui assure une grande liberté d'oscillation.

L'amortissement est procuré du côté supérieur de l'armature par une bande de caoutchouc et, latéralement, par des cales également en caoutchouc.

Ces pièces — ruban et cales — sont désignées par la même lettre D.

Il est à remarquer que le courant fourni est très constant jusqu'à 2.000 cycles environ.

NOTE SUR LE PICK-UP E 62 CONSTABLE CÉLESTION

C'est le dernier modèle réalisé par cette firme.

Mais le mot *pick-up* est ici impropre car il s'agit, en réalité, d'un ensemble PICK-UP - BRAS - VOLUME, CONTROLE ET CORDON, le tout est étudié au double point de vue *mécanique* et *électrique*.

Le pick-up proprement dit est renfermé dans un carter métallique étanche.

Il est équipé à deux pivots à l'arrière avec butées.

Cet ensemble de dispositions facilite la mise en place de l'aiguille et la pose de celle-ci dans les premiers sillons du disque.

Digitized by Google

Le bras pivotant est du modèle dit à *fourche* figure 3 et est complété par deux coussinets de rattrapage de jeu dans lesquels viennent se loger les deux pivots du pick-up.

Ce système de fixation a pour effet de diminuer dans une grande proportion la pression exercée par le pick-up sur le disque.

Nous ne dirons pas grand'chose du *volume-contrôle* que tout le monde connaît.

... et rien du *cordon*, sinon que sa longueur facilite les connevions les plus diverses.

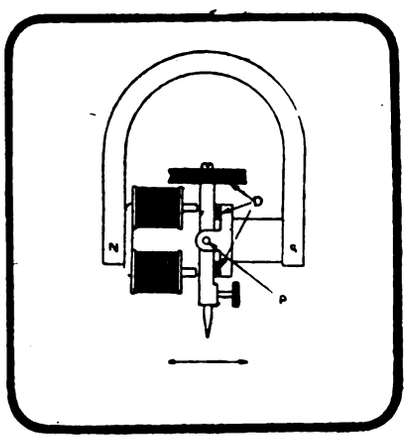


FIG. 2

Toutes les parties sont venues, genre acier oxydé, donnant au tout une présentation agréable.

Au *point de vue électrique*, qui nous intéresse plus spécialement, le PICK-UP CÉLESTION E 62 donne une tension moyenne de 0,9 volts pour toutes les fréquences étudiées, celles-ci, dans ce cas particulier, sont comprises entre 30 et 5.000 périodes. Voici, à titre indicatif, quelques renseignements pour la bonne utilisation de ce pick-up.

Celle-ci dépend en fait, de la bonne détermination du point de fixation de l'embase du bras par rapport au disque posé sur la table tournante.

Cette détermination est obtenue au mieux en procédant comme il suit :

Le pick-up étant muni d'une aiguille est posé sur le disque, de façon à ce que le point de contact se trouve être à une distance égale aux 2/3 de la bande enregistrée du disque, cette distance étant comptée à partir du premier sillon extérieur.

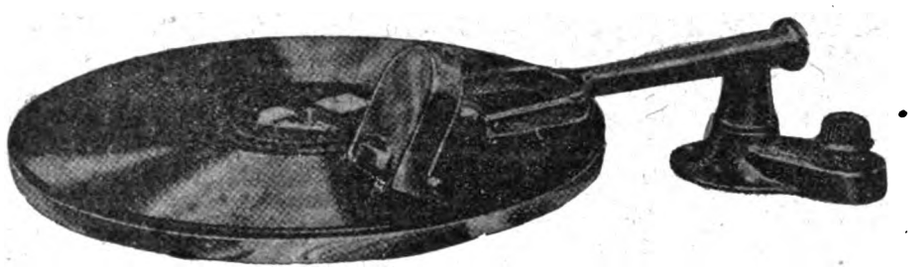


FIG. 2

Il faut ensuite, orienter le bras du pick-up dans une direction telle que son axe soit perpendiculaire au rayon du disque passant par le point de contact de l'aiguille.

On fixe enfin la position de l'embase du bras, de façon à ce que ce dernier puisse, en pivotant dans le plan orizontal, atteindre l'une de ses butées et ce, au moment même où l'aiguille du pick-up arrive à la hauteur du centre du disque.

Une dernière remarque : le poids de ce pick-up est inférieur à 115 grammes et, du fait de son mode de suspension, il ne peut y avoir d'usure prématurée du disque.

Digitized by Google

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

La Diathermie à ondes entretenues et ses applications chirurgicales

par le Docteur COLOMBIER
Médecin radiologiste de l'Hôtel-Dieu de Paris

DANS un article précédent (Août 1930) nous disions que la Diathermie était proche parente de la Télégraphie sans Fil et que cette dernière avait profité à sa naissance des appareillages construits dans un but médical.

Par un juste retour, la Diathermie doit aujourd'hui à la T.S.F. un des derniers perfectionnements parmi les générateurs d'ondes : la lampe triode ou lampe à trois électrodes.

On a le plus grand intérêt, en diathermothérapie, de diminuer le plus possible (à défaut de leur suppression complète, pas encore réalisée) les silences qui séparent les trains d'ondes, à obtenir des oscillations entretenues, au lieu d'oscillations amorties, afin de réduire au minimum l'effet faradique, effet qui se traduit par des phénomènes moteurs et surtout sensitifs, perçus par le malade, et qui limitent l'intensité que l'on peut appliquer.

Les premiers appareils médicaux producteurs d'ondes entretenues furent construits sur le principe de l'arc de Poulsen, qui dérive lui-même de « l'arc chantant » de Dudell (1900) ; mais l'irrégularité de fonctionnement de ces appareils empêcha de les utiliser pratiquement.

L'apparition de la lampe à trois électrodes permit de réaliser des appareils qui donnent aujourd'hui toute satisfaction.

∴

Principe de la lampe Triode

Nous rappellerons brièvement le principe de la lampe à trois électrodes, aujourd'ui universellement connu.

On sait, depuis Edison, qu'un filament porté à l'incandescence émet des électrons.

Supposons une ampoule ordinaire d'éclairage électrique, dans laquelle on aura placé une plaque métallique reliée à un fil traversant la paroi de verre. Lorsqu'on porte à l'incandescence le filament de cette lampe, l'espace vide compris entre la plaque et le filament, qui auparavant était isolant, devient conducteur. Un galvanomètre intercalé

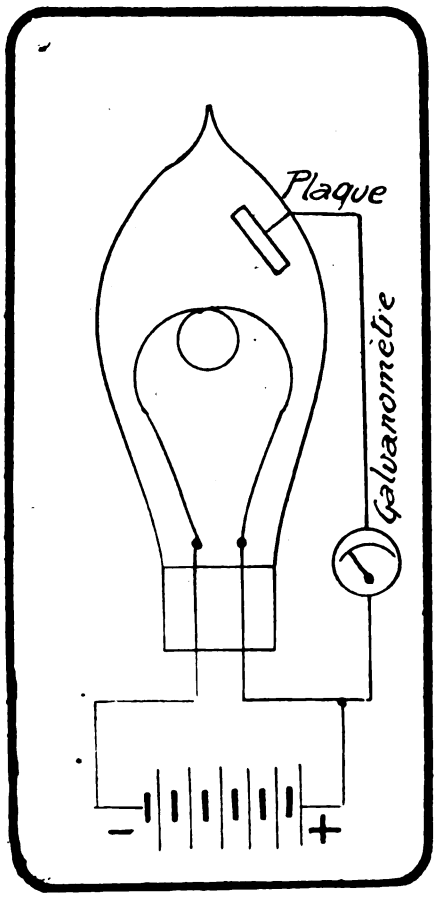


Figure 1 (*d'après Bordier*)

entre la plaque et le pôle positif du circuit d'alimentation de la lampe permettra de constater l'existence d'un courant dirigé du filament vers la plaque. Ce courant est dû à la propriété qu'ont les corps incandescents et en particulier les corps conducteurs, d'émettre des petites charges négatives d'électricité ou électrons. Les électrons libérés se déplacent le long des lignes de force du champ électrique qui aboutissent au filament, mais en sens inverse de leur direction.

L'espace compris entre le filament et la plaque possède donc une conductibilité unilatérale, cette conductibilité étant due uniquement à un courant de convexion d'électrons.

Si la plaque est négative par rapport au filament, elle ne peut recevoir aucun électron ; si elle est à un potentiel plus élevé que celui du filament, c'est-à-dire si elle est positive par rapport à lui, les lignes de force partent de la plaque pour aboutir au filament : les électrons libérés vont donc en remontant les lignes de force atteindre la plaque.

Un tube à vide contenant un filament, que l'on peut chauffer, et une plaque métallique s'appelle une valve de Fleming ou Kénotron ; c'est la valve à deux électrodes. Si le courant qui chauffe le filament est alternatif, la valve ne laisse passer que les alternances d'un certain sens : elle joue le rôle de soupape. (Bordier) (1).

L'application d'une troisième électrode à la valve de Fleming a été faite en 1907 par Lee de Forest. C'est là l'origine de la lampe Triode.

Une lampe à trois électrodes se compose d'un filament et d'une plaque entre lesquels on a intercalé une grille métallique de forme variée (spire, hélice, grillage...) Le rôle de la grille est de moduler le passage du flux électronique filament-plaque, flux qui varie suivant les variations du potentiel de la grille. La grille favorisera ainsi ou contrariera le flux d'électrons émanant du filament, comme le fait la plaque dans la lampe à deux électrodes. L'avantage de

(1) Dr H. Bordier. Diathermie et Diathermothérapie.

Digitized by Google

la grille est de provoquer par de faibles variations de tension, des variations considérables de courant qui n'auraient pu être obtenues, sans elles, que par des changements considérables dans le potentiel de la plaque. La grille n'absorbe pour cette opération qu'une très petite quantité d'énergie.

Le potentiel de la plaque étant maintenu positif et constant,le courant augmente quand la tension de la grille s'élève ; si le potentiel de la grille devient négatif, les électrons sont repoussés par elle et si le potentiel continue à diminuer il arrive un moment où la grille contrebalance l'action attractive de la plaque jusqu'au point d'arrêter tout flux d'électrons.

Pratiquement, le schéma théorique d'un oscillateur à lampe peut être représenté de la façon suivante, que nous empruntons à l'article du Docteur Duhem (*Le Monde Médical,* 15 janvier 1929) (fig. 2).

E_1 est la source d'énergie électrique nécessaire pour porter le filament à la température voulue.

La grille G est réunie au filament F par une bobine de self L_1 couplée en sens inverse de la bobine L_2 du circuit oscillant L_2C_2 placé dans le circuit plaque.

C_1R_1 représentent un petit condensateur shunté destiné à déterminer une position normalement négative du potentiel de la grille.

E_2 est la source de courant électrique déterminant le potentiel initial de la plaque et fournissant l'énergie au circuit oscillant, d'où au circuit d'utilisation final.

L_3 représente la bobine d'utilisation couplée par induction, par exemple,avec la bobine de self L_2 du circuit oscillant.

La fréquence des oscillations est uniquement déterminée par les valeurs de la self L_2 et du condensateur C_2 du circuit-plaque.

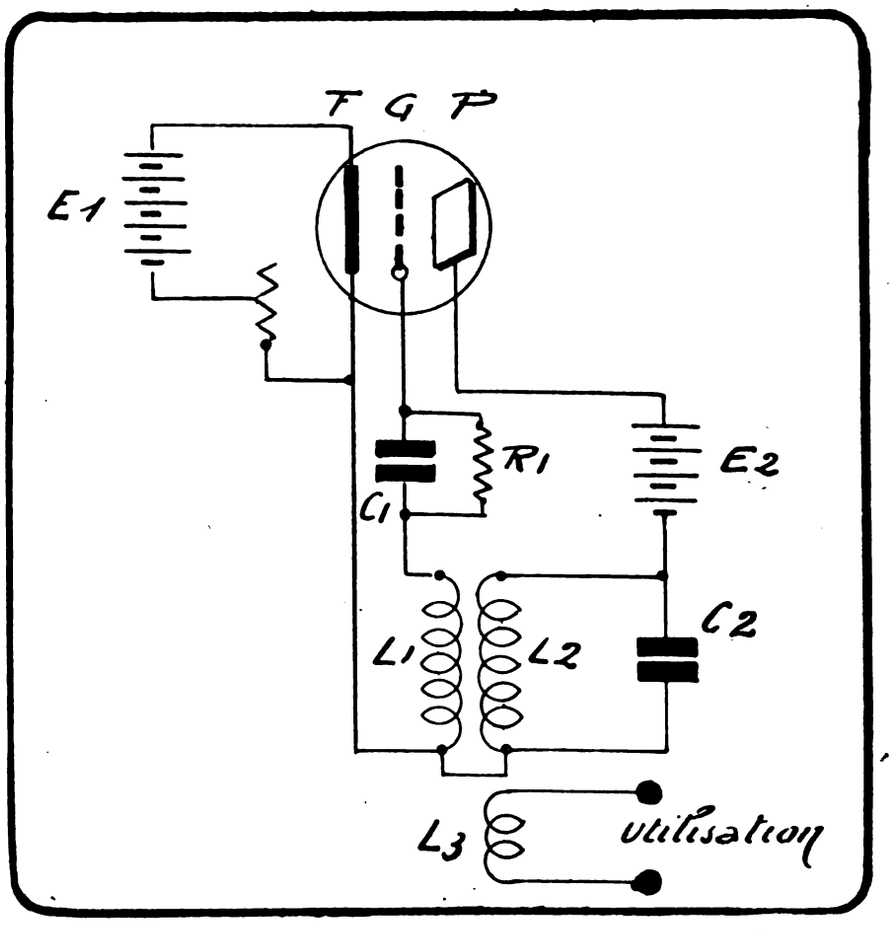


Figure 2 (*d'après Dr Duhem*)

Pour les générateurs à lampe utilisés médicalement, cette fréquence d'oscillation est de l ordre de 500.000 à 2 millions par seconde.

Les sources d'alimentation qui, dans la fig. 2 sont représentées par des accumulateurs sont, dans la pratique courante, des circuits secondaires de transformateurs dont les circuits primaires sont alimentés directement par le secteur alternatif industriel.

Le degré de vide des lampes triodes est très élevé. Le filament est en tungstène métal peu volatil (point de fusion 3.270°). La grille et la plaque sont en nickel ou en molybdène. La grille, en général, est constituée par un fil enroulé en hélice autour du filament de tungstène ; la plaque est un cylindre qui enveloppe le tout.

La plupart des appareils de diathermie fonctionnent avec une seule lampe à trois électrodes ; les ondes ne sont produites que pendant une alternance par période et il en résulte un temps de repos de 1/100 de seconde succédant à une période de passage de courant de H.F. de 1/100 de seconde. Malgré ce temps de repos considérable, le courant diffère peu des ondes entretenues proprement dites et est très différent des ondes amorties à décharges très fréquentes.

Il existe des postes plus puissants, comportant deux lampes montées en opposition et utilisant ainsi les deux phases du courant. Les trains d'ondes fournis par ces appareils ne diffèrent pas de ceux des appareils à une seule lampe et il n'y a donc pas un très grand progrès au point de vue de la régularité des oscillations. Le seul avantage qu'on y trouve est dans la plus grande intensité que l'on peut obtenir.

On discute d'ailleurs encore aujourd'hui sur les avantages des appareils à lampe et des appareils à éclateurs. Au point de vue médical, les deux formes de courant sont très bien supportées par les malades. Les appareils à lampes permettent d'obtenir une plus grande intensité que les autres, mais on s'accorde aujourd'hui pour dire que les grandes intensités ne sont pas du tout nécessaires.

Il n'est pas utile non plus d'obtenir une chaleur trop élevée ; il est préférable que la chaleur soit douce, progressive et longtemps tolérée.

Mais, en ce qui concerne les applications chirurgicales de la diathermie, la question ne se pose plus. Seul, l'appareil à lampe, à ondes entretenues, permet cette nouvelle méthode opératoire à laquelle on a donné le nom si peu exact de « bistouri électrique. »

Comme l'a écrit le professeur Heitz-Boyer, (*Revue du Médecin,* avril 1930) : « il était possible avec les appareils à éclateurs, de faire des incisions au moyen du « bistouri diathermique », mais la section était toujours inutilement large, à lèvres irrégulières et déchiquetées, s'accompagnant de chaque côté d'une zone d'escarrification qui dépassait un ou deux centimètres et même plus. Ce mode d'incision ne permettait pas souvent d'obtenir la réunion des tissus par première intention. Ajoutons que la progression de ce couteau diathermique se trouvait rapidement entravée et même arrêtée par une véritable bloc de tissu coagulé, carbonisé, se constituant autour de l'électrode et l'immobilisant. Comme en plus, ce bloc charbonneux formait isolant, le chirurgien était obligé de s'arrêter dans

Digitized by Google

son opération pour dégager le couteau et soit le nettoyer, soit le changer afin de pouvoir reprendre son incision. Cette manière cahotante d'inciser cette dilacération inesthétique des chairs répugnait à notre goût des techniques opérations élégantes et précises et s'écartait trop de ce que l'on pourrait appeler le style chirurgical actuel. » (Heitz-Boyer).

Grâce aux appareils à ondes entretenues, on a pu réaliser un bistouri électrique donnant des incisions linéaires parfaitement rectilignes et franches, sans aucune escarrification et permettant la suture immédiate.

Le bistouri électrique est un ensemble instrumental ainsi composé :

1°) Le générateur de H.F. tel que nous l'avons décrit, avec, en outre, ses appareils de mesure et de réglage, et une pédale interruptrice ;

2°) Deux électrodes qui permettent de faire passer le courant de H.F. à travers le corps du malade. Ces électrodes sont très dissemblables : l'une, appelée électrode indifférente est de grande dimension (800 à 1.200 centimètres carrés et davantage). Elle est constituée par une mince feuille d'étain (1/2 mm. d'épaisseur environ) que l'on place entre le malade et la table d'opération, en prenant bien soin de réaliser le meilleur contact possible avec le sujet et de l'isoler complètement de la table. Un tapis en caoutchouc suffit généralement comme isolant.

L'autre électrode, électrode active, est de très petite dimension en forme de petite lame de bistouri, ou mieux sous la forme d'une très fine aiguille ; elle est en acier inoxydable. Il y a d'autres modèles d'électrode active, plus larges, qui sont destinés à obtenir des effets de coagulation. Ces électrodes se montent sur un manche isolé. D'ailleurs le chirurgien ne s'en sert qu'avec des gants de caoutchouc ;

3°) Les électrodes sont reliées à l'appareil de H. F. par des conducteurs soigneusement isolés et stérilisables.

La densité du courant est très faible dans les tissus au contact de la grande électrode, où l'on ne perçoit aucun effet calorifique, tandis qu'elle est très élevée au niveau de l'électrode active, réduite à une pointe d'aiguille. La dilacération des tissus, donc leur section, se fait par leur brusque échauffement au contact de cette électrode. L'eau qu'ils contiennent est portée à une haute température et par conséquent à une tension élevée qui fait éclater les cellules. Les tissus sont dilacérés et l'on obtient une incision dont les bords sont suffisamment coagulés pour créer l'hémostase des petits vaisseaux. Il y a aussi dilacération cellulaire par étincelage. Cette question du mode d'action du courant de H.F. est encore à l'étude.

Le professeur Heitz-Boyer a été le premier réalisateur du bistouri électrique et il s'étonne de ne pas le voir plus généralement employé. Ses avantages sur le bistouri d'acier sont nombreux et manié par des mains prudentes, il est absolument sans danger.

« Ce bistouri, dit-il, présente certaines particularités qui surprennent quand on s'en sert pour la première fois. C'est, en effet, un sujet d'étonnement pour le chirurgien que de sentir les chairs, ne pas seulement s'entr'ouvrir devant cette lame mousse, mais l'attirer, la happer en quelque sorte : la difficulté, quand on n'est pas encore habitué à son maniement est non pas d'obtenir une section, mais d'empêcher que

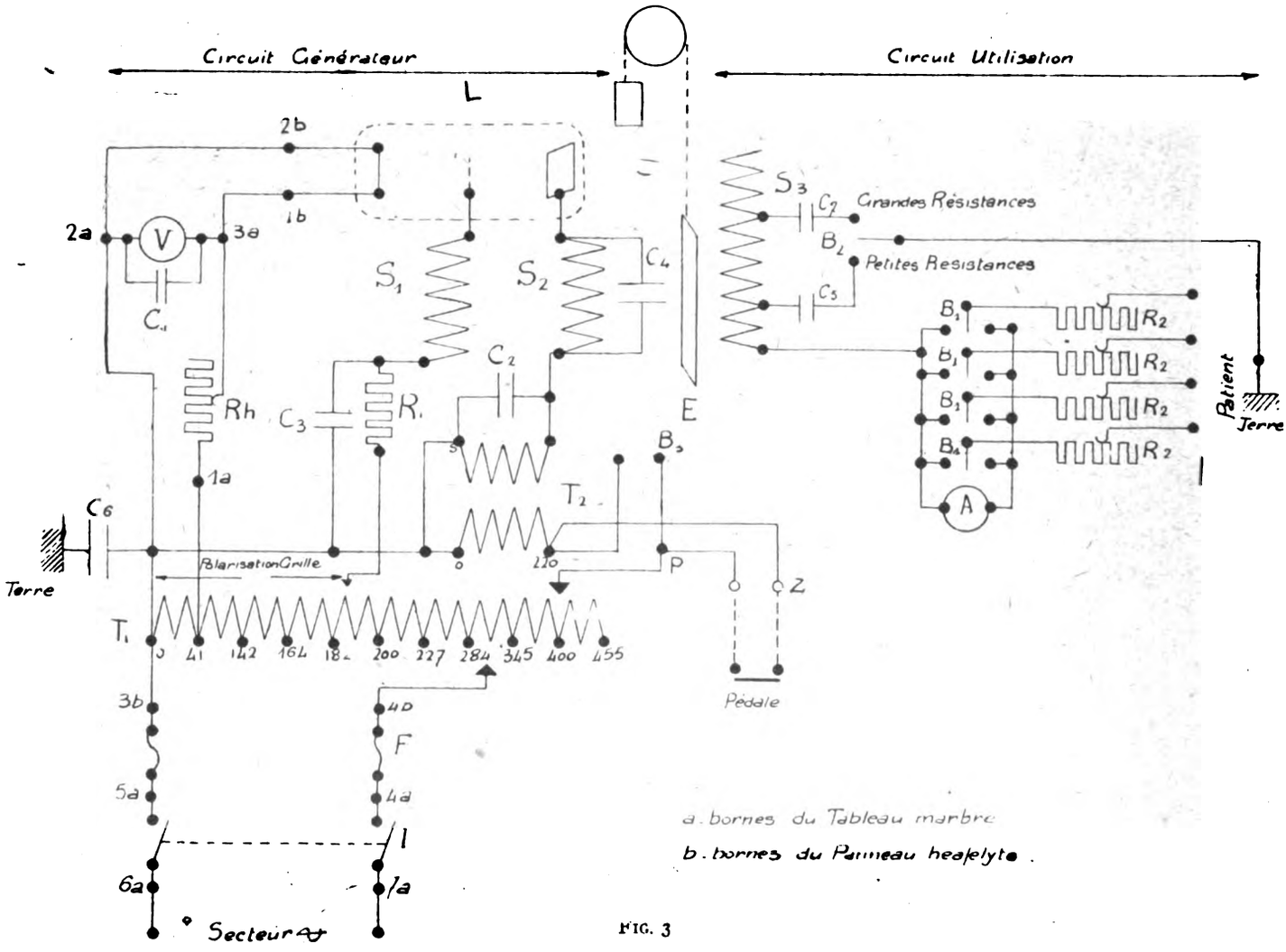


FIG. 3

Digitized by Google

cette section ne soit trop rapide, ni trop profonde ; cette facilité de section sera d'ailleurs précieuse dans les fonds de plaie lorsqu'on opère dans des cavités à bout de doigt, ou sur des surfaces qui fuient devant le bistouri.

Autre fait remarquable : plus on appuie, et moins on coupe ; le chirurgien qui sent que son bistouri électrique n'entame pas les tissus, n'a qu'à le retirer légèrement des chairs pour qu'il progresse à nouveau aisément.

Enfin, toute tige métallique parcourue par les courants à ondes amorties devient de ce fait un bistouri électrique : une aiguille quelconque, une épingle à cheveux seront susceptibles de sectionner un avant-bras en quelques minutes ; la forme de bistouri est même des moins recommandables à cause de sa grande surface ; je la réserve aux incisions cutanées ou muqueuses, la forme aiguille me paraissant préférable pour les incisions. »

Le Professeur Paul Moure est également un adepte de cette nouvelle instrumentation chirurgicale. Il a publié récemment ses observations (1) qui confirment les constatations du professeur Heitz-Boyer. Alors que ce dernier se sert de l'appareillage qu'il a fait construire chez Beaudouin, le docteur Moure utilise le matériel Chenaille ; les résultats sont également excellents.

Suivant les besoins on emploie la pointe métallique qui produit par éclatement moléculaire, la section des tissus, ou bien une électrode à surface plus large quand on veut obtenir la coagulation des tissus. Cette coagulation peut s'obtenir progressivement, allant de l'escarre blanche, qu'il faut savoir ne pas dépasser, jusqu'à l'escarre noire de carbonisation qu'il faut éviter d'atteindre, car si l'escarre blanche, suffisante pour obtenir l'hémostase, est susceptible de se résorber, l'escarre noire est, en général, vouée à l'élimination avec tous les inconvénients liés à la chute des escarres, en particulier les hémorragies secondaires. (P. Moure).

(1) P. Moure. L'emploi du bistouri électrique en chirurgie. (*Journal Médical Français*, janvier 1930).

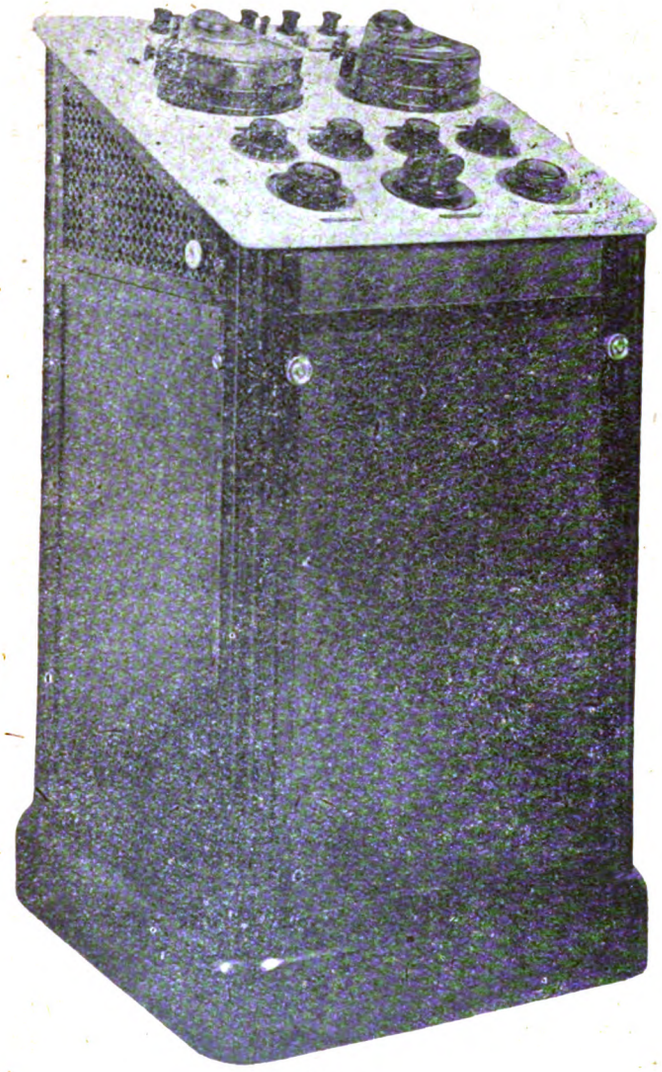


FIG. 4

Un des principaux avantages de la section électrique des tissus est, en effet, le calfatage des espaces celluleux, des lymphatiques et des petits vaisseaux sanguins, ce qui donne à ce procédé une indication tout à fait particulière dans les cas d'ouverture des foyers purulents ou infectieux et dans la chirurgie du cancer.

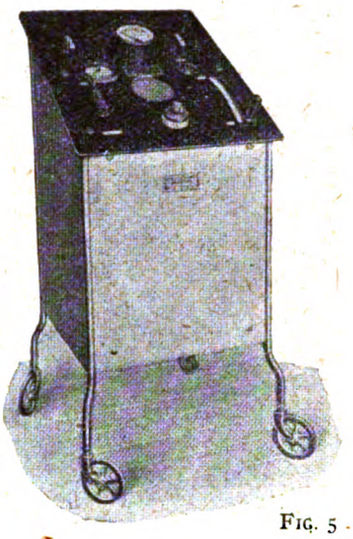


FIG. 5

Le bistouri électrique a un autre avantage pour le chirurgien : il a un effet en quelque sorte électif sur certains tissus ; agissant différemment, suivant leur nature particulière, il crée ainsi, par son action disséquante des plans de clivage qui facilitent beaucoup certaines opérations, comme, par exemple, l'extirpation des tumeurs et des kystes.

Mais la propriété la plus remarquable du bistouri électrique est son action émostatique. Cette action n'est que secondaire, mais elle est suffisamment précoce pour permettre souvent de ne pas faire d'autre hémostase. L'action coagulante directe de l'électrode active ne s'exerce que sur les tous petits vaisseaux, au contact de cette électrode, tandis que, pour les vaisseaux petits et moyens, l'hémostase se fait à distance par formation d'un caillot thrombosant.

Il existe d'ailleurs pour les vaisseaux de moyen calibre un procédé d'hémostase par coagulation sur pince. On fait passer le courant dans les mors de la pince qui ferme les vaisseaux et qui servent ainsi d'électrode active.

Voici donc, grâce à l'électricité, la chirurgie en possession d'un nouvel instrument des plus intéressants. Il est entré trop récemment dans la pratique chirurgicale pour qu'on puisse en juger déjà toute la valeur, mais les résultats obtenus jusqu'à ce jour permettent de prédire à cette technique le plus brillant avenir.

Digitized by Google

TELEVISION

Vers la Téléphotographie

par Jean DUSAILLY, ingénieur

ON ignore généralement où en sont les problèmes de la Téléphotographie et de la Télévision. Certains personnes confondent d'ailleurs même les deux choses.

Disons tout de suite que le problème de la téléphotographie, c'est-à-dire de la transmission à distance (par fil ou sans fil) de documents photographiques ou autographiques est entièrement résolu. Des émissions d'images par sans fil ont lieu régulièrement maintenant aux postes de Daventry, Vienne, Poznan, Berlin et Kœnigswurterhausen. La plupart des émissions peuvent être reçues en France sur des appareils d'amateurs.

Pour la télévision, c'est-à-dire la vision de scènes animées, la solution théorique est connue, mais la mise au point en est extrêmement délicate et les essais qui ont eu lieu jusqu'ici ne sont encore que des expériences de laboratoire ; la preuve est faite que la télévision est possible ; mais les appareils son tencore trop coûteux et trop délicats pour pouvoir être mis dans le commerce. Seuls d'adroits physiciens peuvent les utiliser ; il est pourtant facile de déduire ce que sera le récepteur de télévision d'amateur dans l'avenir : un simple disque perforé tournant devant une lampe au néon. Le dispositif de synchronisation sera la seule partie délicate.

Nous allons poser nettement les 2 problèmes de la téléphotographie et de la télévision.

J'exposerai comment le premier a été résolu et je donnerai même des renseignements pratiques permettant à l'amateur la construction d'un récepteur d'images. Puis nous verrons le problème de la télévision, ses difficultés, les solutions proposées et ce qui reste à faire.

La téléphotographie consiste à transmettre à distance une image fixe, la durée de la transmission pouvant être quelconque.

La télévision consiste à donner à la personne disposant d'un récepteur approprié, la vision des scènes animées, se passant en un lieu plus ou moins éloigné devant un appareil spécial. Cette définition qui pourrait paraître avoir été énoncée par M. de la Palisse s'il avait eu de semblables préoccupations ne me paraît pas inutile, certaines personnes croyant que la télévision permettra de voir à distance pour ainsi dire n'importe où, dans n'importe quelle direction, à l'insu même des gens qui seraient les acteurs des scènes transmises. C'est là de la télévision telle que l'ont imaginée certains romanciers, mais, (heureusement) nous n'en sommes pas encore là.

La téléphotographie et la télévision n'ont donc pas le même but mais elles ne sont pas essentiellement différentes. Elles ne diffèrent que par le facteur « temps ». Si les procédés de téléphotographie actuels pouvaient être perfectionnés, au point de vue rapidité de fonctionnement, le problème de la télévision serait résolu. En effet, une suite d'images fixes présentées successivement à la suite les unes des autres donne l'impression du mouvement quand la fréquence des images devient assez grande : c'est le principe même du phénakisticope et du cinématographe. On peut donc imaginer un dispositif de télévision qui serait l'extension au cinéma du système téléphotographique. Ainsi considéré le problème est naturellement très complexe car si le film cinématographique enregistre en bloc sur sa surface sensible toute la surface de l'image, c'est-à-dire tous les points constituant l'image, la transmission de l'image à distance ne peut se faire en une seule fois : il faut découper, décomposer l'image en un grand nombre de points et transmettre chaque point séparément. Il n'est même pas possible actuellement de se représenter une transmission électrique de tous les points d'une image simultanément. La chose sera-t-elle possible un jour ? Il est impossible de répondre. En tout cas la nature a résolu le problème : notre cerveau reçoit en même temps les impressions lumineuses de tous les points de l'image formée sur notre rétine. Le nerf optique se comporte comme un câble à très grand nombre de conducteurs, chaque conducteur étant affecté à la transmission des impressions lumineuses d'un seul point de la rétine. Il n'est naturellement pas possible de réaliser une transmission équivalente à cause du nombre formidable de lignes ou de longueurs d'onde que ce procédé nécessiterait, d'autant plus qu'il faudrait autant de postes émetteurs et autant de récepteurs.

Il est plus commode d'imaginer un organe de transmission unique et un système de distribution mettant successivement en relation les divers points de l'image avec le transmetteur.

A la réception on aura également un système récepteur unique qu'un distributeur approprié mettra en relation successivement avec les divers points de l'écran sur lequel devra apparaître l'image. Au début,la transmission d'une épreuve 9×12 durait environ un quart d'heure. Actuellement on arrive à effectuer la transmission de la même image en une minute. Pour avoir l'impression de mouvement continu il faudrait transmettre 16 images par seconde, soit 960 par minutes, il faudrait donc une rapidité de transmission environ 1.000 fois plus grande que celle réalisée actuellement en téléphotographie. La solution du problème de la télévision par le procédé téléphotographique semble donc assez éloignée des possibilités actuelles quoique dans un domaine aussi nouveau les progrès peuvent être absolument imprévus. Heureusement il existe d'autres procédés qui, quoique non encore parfaitement au point, permettent d'entrevoir la solution du problème.

Nous étudierons d'abord le procédé téléphotographique puis son extension à la télévision.

Jean DUSAILLY.
Ingénieur E. E. M. I.

Digitized by Google

LES DÉTECTEURS EMPLOYÉS EN TÉLÉVISION

Résultats remarquables obtenus avec les détecteurs à cristaux

par William J. RICHARDSON

(Article paru dans « Télévision » du mois d'Août 1930).
Traduction de Serge PHILIPPE.

J'AI indiqué dans mon court article du mois dernier que le détecteur d'un appareil récepteur de Télévision avait une importance capitale au point de vue de la valeur des images reçues. Naturellement ce point de vue a déjà été développé dans les colonnes du Journal, en particulier par M. H.-J. Barton Chapple, mais je crois que vous pourrez avoir une vue d'ensemble plus complète de la question si nous exposons à nouveau les deux méthodes les plus employées pour la détection.

La figure 1 donne le schéma des connections pour le fonctionnement avec shunt de grille; les signaux sont d'abord redressés puis amplifiés dans la lampe elle-même avant de passer dans l'amplificateur basse fréquence. Malheureusement, ce système de détection qui donne d'excellents résultats pour la réception en téléphonie, ne donne pas de très bonnes images en télévision.

Perfectionnements possibles

Avec des signaux puissants le circuit grille est susceptible d'étouffements, car la présence du condensateur de grille amène souvent de la distorsion. J'ai trouvé qu'on pouvait améliorer cette méthode, en abaissant la capacité du condensateur de grille et la résistance du shunt de grille au-dessous des valeurs normales de 0,003 mfd et 2 mégohms, on en réglant soigneusement les voltages de la grille et de la plaque. Le potentiomètre figuré sur le schéma 1 B donne une amélioration très sensible de ce système de détection.

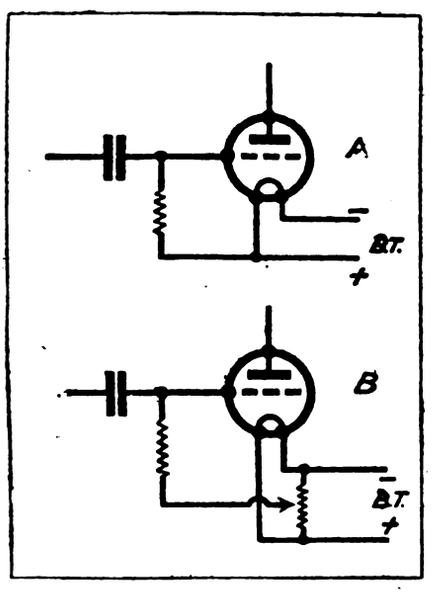


FIG. 1.

Deux schémas (A et B) satisfaisants, de détection par lampe à shunt de grille.

Si des étages de résistance, couplés avec des capacités sont employés après un détecteur à shunt de grille, il faut employer 2 ou 4 lampes pour avoir une image positive. Deux étages sont généralement insuffisants pour donner une bonne image, alors que quatre étages tendent à « recuire » le néon. Ceci est une raison qui fait que le détecteur à shunt de grille n'est pas indiqué pour la réception en télévision, et bien que mes premières réceptions d'images aient été obtenues avec ce système de détection, je découvris bientôt que le système de détection par caractéristique de plaque était préférable.

Détection par caractéristique de plaque

La figure 2 indique un des meilleurs schémas de détection par caractéristique de plaque. Un des avantages les plus certains de cette méthode réside en ce qu'en réglant convenablement les voltages du circuit de grille et de haute tension, on peut recevoir des signaux très puissants sans qu'il y ait trace de distorsion. A noter que les impulsions à haute fréquence sont amplifiées dans la lampe avant d'être redressées dans le circuit plaque ou circuit d'anode et le schéma est complètement différent de celui de la figure 1.

J'ai utilisé pendant plusieurs mois la détection par caractéristique de plaque et ai été récompensé par d'excellentes réceptions de télévision, principalement lorsque le détecteur était couplé avec l'amplificateur basse fréquence que j'ai décrit

Digitized by Google

dans le numéro de mars de *Télévision*. Mais, le véritable expérimentateur n'est jamais content: même s'il obtient de bons résultats il cherche encore à les améliorer et je ne fais pas exception à la règle.

Caractéristiques de la diode

N'était-il pas possible de trouver un autre système de détection qui donnerait des images encore meilleures ? En cher-

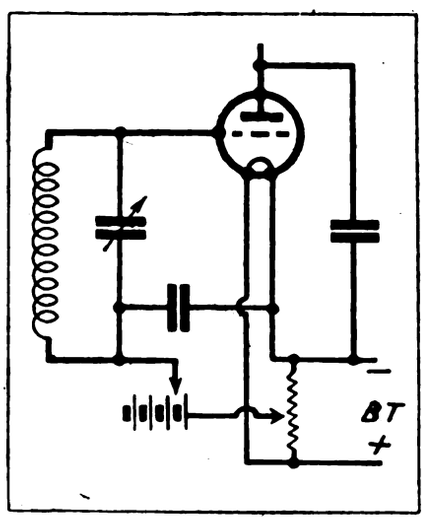


FIG. 2.

Eléments d'un détecteur à caractéristique de plaque.

chant dans ma mémoire je me souvins de la vieille diode et d'une modification qui fut appelée le « Krikifier » du nom de M. H.-L. Krike, un des Ingénieurs de la B. B. C.

La diode ordinaire ou lampe à deux électrodes a une courbe caractéristique (d'après les valeurs du courant d'anode et du voltage d'anode) qui ne suit pas une loi linéaire et par cela même ne donne pas entière satisfaction. Dans le schéma numéro 3 où figure une diode, elle est connectée de telle façon que la courbe caractéristique suive une loi linéaire et par suite donne une reproduction entièrement exempte de distorsion.

Si vous vous reportez à la courbe caractéristique analogue d'une lampe à 3 électrodes vous constaterez que l'inclinaison de la courbe varie avec le voltage de la grille; non seulement l'inclinaison varie et par suite l'impédance, mais encore la courbure de l'inclinaison varie. Donc, si l'on emploie une lampe à 3 électrodes comme une diode en faisant varier le voltage de la grille, l'impédance de la lampe variera ainsi que l'allure de sa caractéristique.

Voltage d'amorçage de grille

Dans le circuit indiqué sur la fig. 3 on peut contrôler le voltage d'amorçage de la grille et généralement on le choisit de telle façon que l'impédance soit minimum et que la caractéristique soit rectiligne au delà des voltages utilisés.

On trouve généralement qu'une lampe à impédance élevée, a la caractéristique la plus convenable pour un voltage d'amorçage de grille d'environ 12 au pôle positif. Au cours de mes recherches j'ai constaté qu'un L S 5 B répondait à ces besoins avec une batterie de 16 volts pour donner le voltage positif de grille nécessaire. L'inconvénient de la diode réside dans son insensibilité naturelle ce qui nécessite des arrivées de signaux forts, car il ne se produit aucune amplification. Pour obvier à cet inconvénient un étage d'amplification par écran de grille précède la diode et ainsi que l'indique la

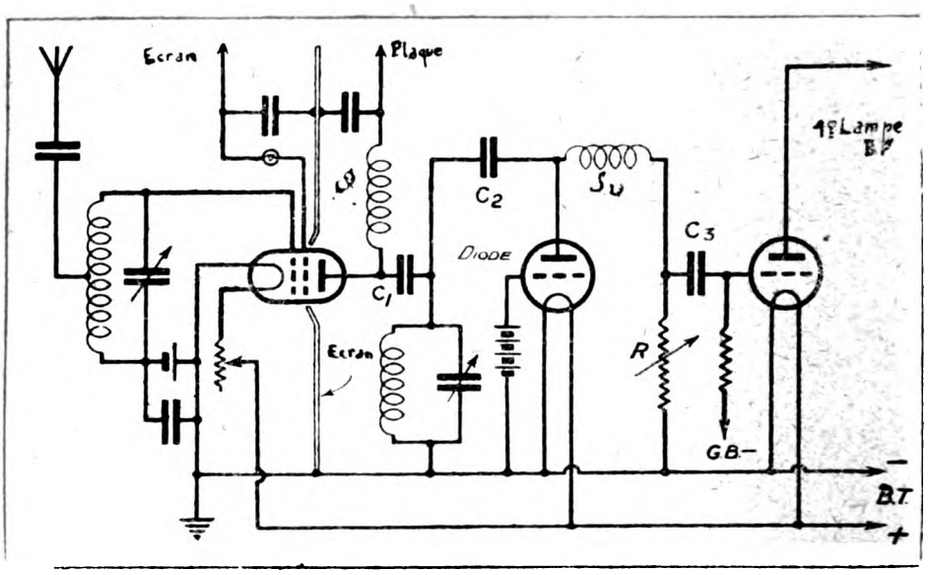


FIG. 3.

Schéma du circuit à diode-détectrice qui a donné de bons résultats.

figure l'ensemble est disposé en forme de grille accordée à alimentation étouffée.

Détails du circuit

Les condensateurs C 1 et C 2 ont une même capacité de 0,001 mfd alors que les 2 selfs de haute fréquence S_1 et S_2 ont des caractéristiques différentes. A l'usage je constatai que la résistance devait être variable, des résultats excellents furent donnés par un rhéostat de 0 à 100.000 ohms. C 3 constitue le condensateur de couplage de 1 mfd du troisième étage de capacité de résistance de l'amplificateur couplé dont j'ai parlé plus haut et qui, d'après un grand nombre d'usagers a donné d'excellents résultats.

La marche de ce circuit est des plus simples, car en dehors du réglage de l'accord normal il est simplement nécessaire de régler le voltage d'amorçage de la grille et la valeur de R. J'ai trouvé dans la pratique que la variation de R entre certaines limites procurait un excellent réglage qui me permettait de régler l'arrivée des signaux dans l'amplificateur basse fréquence de telle façon que le néon me donnait des images de première classe.

Je pense pouvoir recommander chaleureusement ce montage aux lecteurs étant dans la ferme conviction que les images qu'il m'a permis d'obtenir étaient très nettement supérieures à celles que pourrait donner un détecteur par caractéristique de plaque tout en permettant un réglage plus facile.

Détecteurs à cristaux

Malgré ces améliorations notables mon esprit était toujours tourmenté par le problème du redressement. Puisqu'il semblait que l'on fasse un retour vers le passé, pourquoi ne pas introduire le redressement par cristaux dans le schéma de la diode? Actuellement, où nous avons une reproduction sans distorsion, il y a encore beaucoup d'amateurs de T. S. F. qui

Digitized by Google

prétendent qu'au point de vue pureté rien ne vaut le cristal de l'ancien temps.

Je résolus d'appliquer ce principe à la télévision en modifiant très peu l'arrangement de la diode.

Le schéma indiqué par la figure 4 a donné des résultats excellents. Les condensateurs C 1 et C 2 sont les mêmes que dans le schéma de la figure 3, quoique ici on puisse essayer plusieurs valeurs pour C 2; le cristal est placé à l'extrémité de potentiel le plus élevé du cicuit d'accord car en inversant la position du cristal et de C 2 les résultats sont de beaucoup inférieurs.

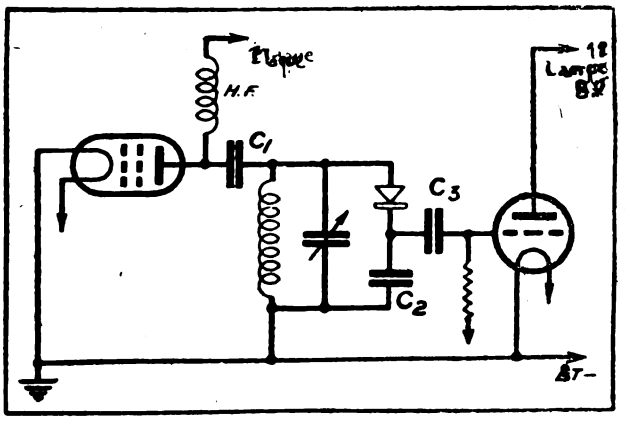


FIG. 4.

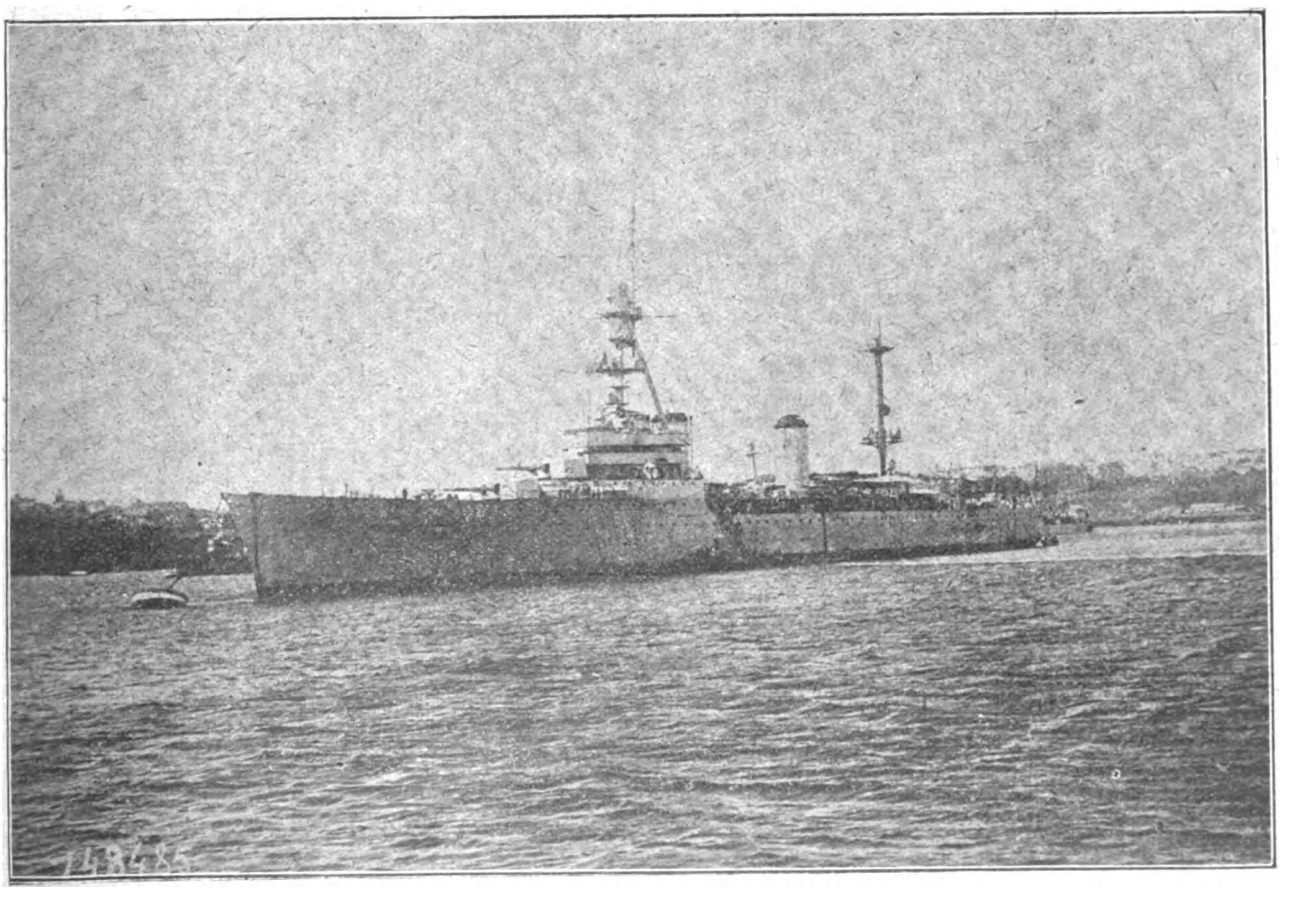
Schéma indiquant la place du cristal dans le circuit récepteur pour la Télévision.

Résultats extraordinaires

En utilisant ce shéma je fus largement récompensé par l'obtention de reproductions extraordinaires et je crois avoir le droit de dire que ce sont les meilleures que j'aie jamais obtenues. Tout l'écran était éclairé et les détails des images tout a fait bien rendus. Si l'on remplace l'arrangement alimentateur étouffé par une anode accordée directement, les résultats n'étaient plus du tout comparables; aussi employai-je la majorité du temps le schéma de la figure 4. A noter que l'on doit chercher la bonne position respective du cristal et de la pointe du chercheur, sinon au lieu d'un positif on obtient un négatif.

Traduit du numéro d'Août 1930 *de* « *Télévision* ».

S. Philips



Digitized by Google

TECHNIQUE GÉNERALE

Détection par caractéristique de grille ou par caractéristique de plaque ?

UN PLAIDOYER EN FAVEUR DE LA DÉTECTION PAR CARACTÉRISTIQUE DE GRILLE

par P. K. TURNER, M.I.F.E.

Article paru dans le numéro de Juillet 1930 de l'*Experimental Wireless et the Wireless Engineer.*

Traduction de Serge PHILIPPE.

L'ARTICLE remarquable de M. A. Warren paru dans le numéro d'Août 1929 de cette revue sur la détection par caractéristique de plaque, m'a amené à faire quelques remarques sur la distorsion dans les détecteurs. Tout d'abord je me permettrai une petite critique: je ne crois pas que sa mesure de la distorsion soit basée sur des considérations rigoureuses.

Il prend pour expression de la distorsion:

$$\rho = \frac{E\,m}{4}\,\frac{d^2V/dE^2}{dV/dE}$$

ce qui représente le rapport de la seconde harmonique à la fondamentale aprè rectification par un détecteur qui suit la loi des carrés et n'est qu'une approximation quand la modulation est faible et quand le détecteur ne suit pas la loi des carrés.

Mais il emploie cette expression dans le cas d'une détection satisfaisante (c'est-à-dire avec une distorsion plus ou moins faible) de modulations tout à fait extrêmes où elle n'est pas applicable.

En fait, son expression de la distorsion est obtenue en partant de la conduite de la courbe au point de repos, pour la fondamentale sans modulation tandis que l'expression correcte doit englober la conduite de la courbe au delà de la portion couverte par l'oscillation de la grille. Nous substituerons à l'expression de M. Warren celle dérivée de l'expression complète de la courbe.

Si nous essayons d'exprimer analytiquement la courbe de détection d'une lampe au delà de la partie qui donne des modulations extrêmes, nous nous trouvons en présence d'une équation d'un degré très élevé et la dérivation du vrai pourcentage de distorsion est embarassante.

Il y a trois façons d'opérer:

a) Faire l'analyse complète, ce qui est lent et difficile mais précis;

b) Reporter graphiquement à une grande échelle l'onde obtenue et trouver les harmoniques par anlyse, ce qui est également lent et difficile et exige beaucoup de soins;

c) Se contenter d'une approximation basée sur la seule partie de la courbe dont on a besoin.

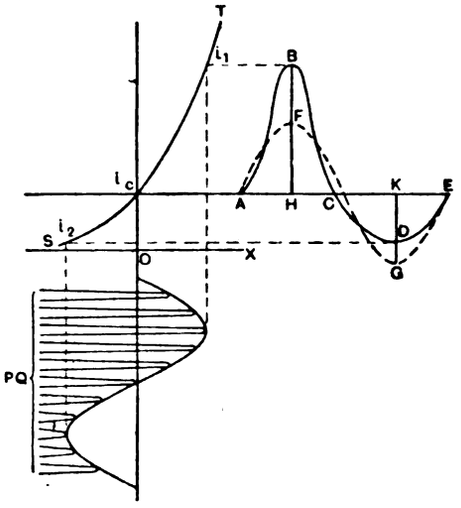


FIGURE 1.
Calcul approximatif de la distortion

Opérons donc de la dernière façon indiquée ci-dessus.

Considérons (fig. I) une enveloppe sinusoïdale, d'une fondamentale modulée P. Q. qui donne comme onde de sortie distordue A. B. C. D. E. nous pouvons prendre en première approximation pour débit fondamental l'onde sinusoïdale A. F. C. G. E. d'une amplitude égale à $\frac{HB+KD}{2}$ c'est-à-dire à la moyenne des amplitudes maxima et minima de A. B. C. D. E.; on peut considérer également $FB = DG$ comme étant l'amplitude des harmoniques indésirables et exprimer la distorsion sous la forme :

$$P = \frac{FB}{FH}$$

Cette expression peut être obtenue directement sur la courbe: si nous prenons OX comme axe des mesures de courant et i_c, i_1 et i_2 les valeurs du courant dans la fondamentale et les modulations extrêmes nous avons :

$i_1 - i_c = HB.$
$i_c - i_2 = KD.$

Digitized by Google

Par définition :

$$FH = \frac{HB + KD}{2} = \frac{i_1 - i_2}{2}$$

$$FB = HB - FH = \frac{1}{2}\left(i_1 + i_2 - 2ic\right)$$

$$\text{d'où } \rho = \frac{i_1 + i_2 - 2i_c}{i_1 - i_2}$$

Le mathématicien s'apercevra que cette expression correspond à celle de M. Warren mais elle est obtenue empiriquement en partant des différences finies embrassant toute la gamme utilisée et non des dérivées de la fondamentale au point de repos.

A noter que cette approximation n'est plus valable dans le cas d'une courbe analogue à celle de la figure II, qui est symétrique par rapport au point de repos. Elle indiquerait une distorsion nulle bien qu'en fait il y aurait de forts harmoniques impairs. D'ailleurs une telle courbe ne pourrait exister que dans le cas d'un détecteur surchargé d'une façon par trop flagrante.

Et maintenant je m'attaque à une question plus vaste: quand disparaîtra de mort naturelle la rage actuelle en faveur de la détection par caractéristique de plaque ?

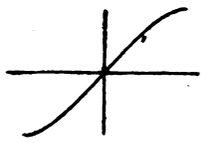


FIGURE 2.

Une telle courbe ne se présente jamais dans des conditions normales d'emploi.

M. Warren montre très clairement ce que l'on peut obtenir de meilleur avec ce dipositif. J'espère prouver maintenant que dans tous les cas, même lorsque les conditions lui sont le plus favorables elle provoque une distorsion supérieure à celle due à notre vieille connaissance: le shunt de grille.

Lorsque je commencai à construire le nouveau récepteur Amplion, je reçus carte blanche ayant pour directives d'établir le projet d'un appareil de grande classe sans me laisser arrêter par des questions de prix de revient. J'étudiai à fond parmi quantité d'autres choses les différents systèmes de détection.

Les différents systèmes de détection par caractéristique de plaque donnent sous une courbe d'absorption du courant alternatif du type de celle donnée par la figure 9 de l'article de M. Varren. Je l'adopte pour da discussion et la reproduis ici dans la figure III.

La figure IV reproduit les courbes de 3 détecteurs à carctéristique de grille.

A est une lampe d'un type bien connu pour laquelle :

$\mu = 15 \quad R_a = 7.500\ \Omega.$

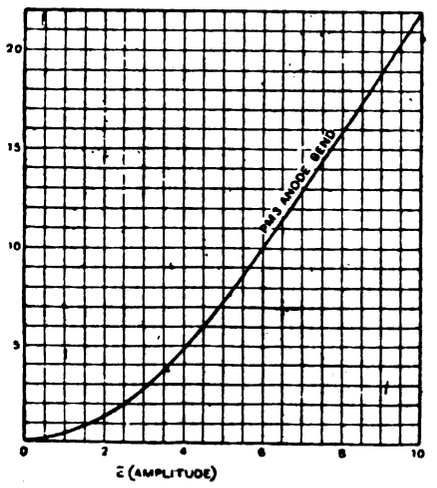


FIGURE 3.

Courbe caractéristique du P. M_3 employé comme détecteur à caractéristique de plaque.

B et C sont des spécimens de lampes à chauffage indépendant ayant environ les mêmes caractéristiques. La batterie plaque employée faisait 180-200 V. comme dans le cas des expériences de M. Varren reproduites par la figure III. — Le voltage V a été mesuré dans la résistance d'anode: 10.000 Ω pour A — 20.000 Ω pour B et C et 13.000 Ω pour le

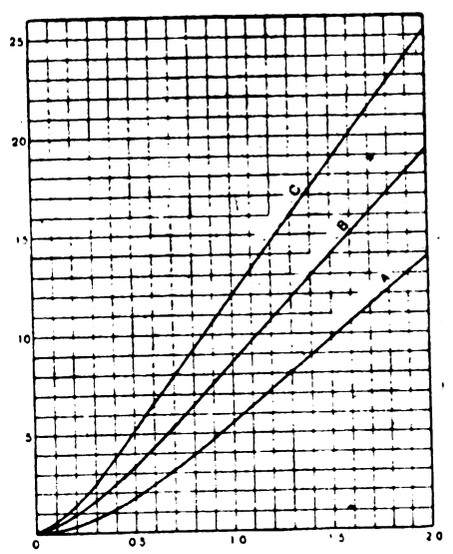


FIGURE 4.

Courbes caractéristiques des lampes A, B et C employées comme détectrices à caractéristique de grille.

P. M_3 employé comme détecteur à caractéristique de plaque.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces trois courbes pour constater que la détection par caractéristique de grille offre des indices d'une meilleure détection. Mais pour avoir un résultat quantitatif j'ai étudié la distorsion en partant de l'approximation définie au début de cet article. Mais comme lorsqu'on travaille sur des différences il peut se produire des erreurs dues au report des courbes et que le numérateur de la fraction, qui vient :

$$\frac{V_1 + V_2 - 2V_c}{2}$$

en substituant V *a i*, est une petite quantité comparativement aux deux grandes du dénominateur j'ai considéré comme négligeables les valeurs de la distorsion voisines de 1 %.

La figure V montre la distorsion pour différentes valeurs de la fondamentale avec modulation de 50 %. Pour rendre comparables les deux dispositifs de détection les valeurs sont exprimées en « pour cent » du maximum, le maximum correspondant à la modulation extrême absorbée pour 12 V avec le P. M_3 conformément aux expériences de M. Warren et pour 2 V pour les détecteurs à caractéristique de grille.

La supériorité de la détection par caractéristique de grille est très nette; non seulement ce dispositif est supérieur dans le cas de la meilleure fondamentale absorbée mais il laisse une latitude plus grande, il est encore supérieur jusqu'à une valeur moitié moindre de la fondamentale.

La figure VI donne des courbes analogues pour une modulation de 66 %, elles indiquent une latitude moindre mais la détection par caractéristique de grille a toujours l'avantage. Il semble donc qu'en pratique comme en théorie les détecteurs à caractéristique de grille constituent les seuls systèmes de détection à employer, sauf peut-être pour les appareils fonctionnant sur courant alternatif.

La figure VII est à mon avis un exemple encore plus probant. Elle montre la distorsion d'une fondamentale donnée fonction de valeur de la modulation. La détection par caractéristique de grille est toujours la meilleure. La figure VII est la transcription d'une expérience où l'on a pris une fondamentale de valeur moitié moindre que celle des figures III et IV de manière à rester dans les limites de l'épure lorsque la modulation atteint 100 %. Au cas où l'on estimerait peu loyal le fait de prendre une modulation de 100 % j'ai établi la figure VIII d'après une expérience où la modulation est de 66 % ce qui correspond à une amplitude de 7,2 V pour le détecteur à caractéristique de plaque et 1,2 V pour les détec-

Digitized by Google

teurs à caractéristique de grille. La supériorité de ces derniers est toujours aussi marquée, la grille témoin C ne présente

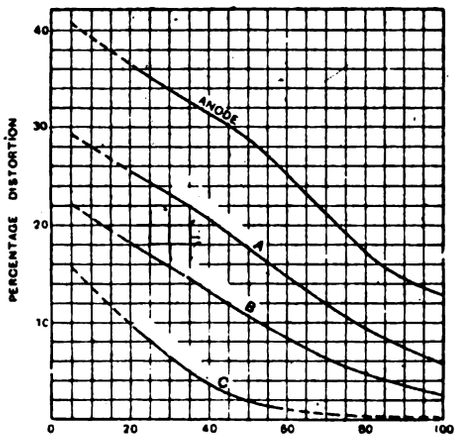


FIGURE 5.
Valeurs de la distorsion pour différentes valeurs de la fondamentale modulation constante 50 %.

même qu'une distorsion si faible qu'elle n'a pu être mesurée.

Etant donné que tous ces résultats vont à l'encontre de l'opinion courante actuelle je suis obligé d'affirmer énergiquement :

1° Que les courbes de distorsion représentées sur les figures V, VI, VII et VIII découlent naturellement et d'une manière évidente de celles représentées dans les figures III et IV.

2° Que ces exemples ne sont pas des cas exceptionnels mais des résultats que l'on doit admettre comme devant être généralisés, les lampes B et C ayant été prises dans un ensemble de lampes où elles étaient considérées comme étant la meilleure et la plus mauvaise.

Je maintiens donc que le détecteur à caractéristique de grille employé correctement est par nature plus exempt de distorsion que le détecteur à caractéristique de plaque. Il reste à voir rapidement comment les deux dispositifs se comportent aux autres points de vue.

I. *Rendement aux différentes fréquences radio.*

La détection par caractéristique de plaque a l'avantage dans le cas d'un récepteur universel; le dispositif de détection par caractéristique de grille doit être modifié si la game des longueurs d'onde est considérablement étendue mais dans la pratique pour recevoir dans les deux bandes utilisées normalement ceci n'est même pas nécessaire et les deux systèmes peuvent être considérés comme absolument comparables. Dans les cas exceptionnels ils le restent également si on modifie convenablement le condensateur de shunt de grille.

II. *Rendement aux différentes fréquences modulées.*

La détection par caractéristique de grille a dans cet ordre d'idées une très mauvaise réputation, on prétend que le dispositif condensateur shunt de grille coupe sérieusement les fréquences audibles d'ordre élevé. Je répondrais : *a*) Que cela n'a pas lieu (jusqu'à une fréquence de 10.000) si la combinaison est choisie convenablement; la combinaison usuelle 0,0002 μ F et 3 M Ω est un non-sens, avec 0,0001 μ F et 0,5 M Ω l'interception est négligeable ; *b*) Que le condensateur d'excitation du détecteur à caractéristique de plaque produit les mêmes

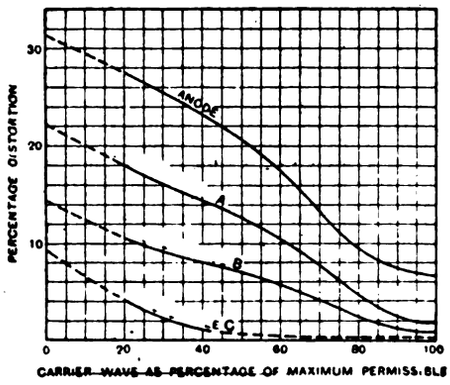


FIGURE 6.

Valeurs de la distorsion pour différentes valeurs de la fondamentale modulation constante 66 %

inconvénients s'il n'est pas convenablement choisi et devient inoffensif lorsqu'il est bien choisi. Les deux systèmes de détection doivent comporter un dispositif filtrant approprié dans le circuit plaque comme celui indiqué par la figure IX et qui existe dans l'Amplion et est breveté.

III. *Facilité de couplage avec l'amplificateur de fréquence audible.*

Ici l'avantage est pour le détecteur à caractéristique de grille. L'autre système est d'une impédance de plaque élevée et a besoin d'une résistance de charge élevée, ce qui rend le couplage délicat. La détection par caractéristique de grille peut être utilisée avec un transformateur.

IV. *Facilité de couplage avec l'amplificateur de fréquence radio.*

Ici la détection par caractéristique de plaque jouit d'une excellente réputation parce que dit-on elle ne provoque aucun étouffement. Personnellement je considère cette qualité comme tout à fait secondaire et d'ailleurs ce système produit un étouffement plus fort que ce que l'on croit d'une manière courante. Néanmoins je reconnais qu'à ce point de vue la détection par caractéristique de plaque a l'avantage sur la détection par caractéristique de grille.

V. *Rétroaction*

Il est de mode aujourd'hui de dire : « pas de réaction si on cherche la qualité » — ceci ne veut absolument rien dire. Si nous fixons une limite inférieure à la résistance d'un circuit en dessous de laquelle il serait trop sélectif et couperait les « side-bands » il n'est pas indispensable que cette limite soit obtenue par un dispositif à pertes minima, on peut aussi bien y arriver en employant une résistance élevée et faire agir par réaction une résistance négative.

Il est évident que la réaction doit être contrôlée; mais il est tout à fait légitime d'utiliser un dispositif à faible rendement et d'augmenter ce rendement jusqu'à sa valeur normale par l'intermédiaire d'une réaction; c'est ce qui se produit dans le dispositif de détection par caractéristique de grille qui a l'avantage pratique de permettre de varier comme on veut le rendement et la sélectivité.

VI. *Souplesse*

Les figures V et VI montrent que la détection par caractéristique de grille produit une distorsion plus faible que la détection par caractéristique de plaque lorsque les signaux reçus sont faibles et donnent des résultats meilleurs. Lorsque les signaux sont trop forts le détecteur à caractéristique de grille et problablement plus mauvais. Ces deux cas extrêmes étant aussi peu désirables l'un que l'autre il ne faut par tenir compte de la comparaison des deux systèmes à ce point de vue

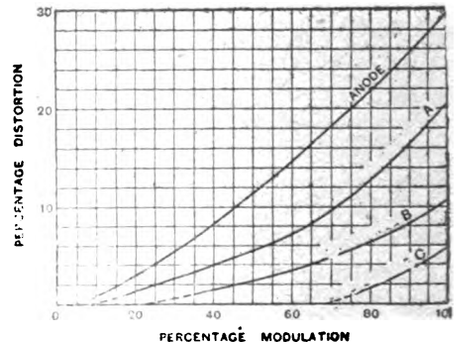


FIGURE 7.

Variation de la distorsion en fonction des variations de la modulation, la modulation variant de 0 à 100 %

Digitized by Google

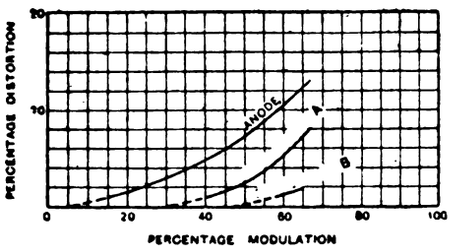


FIGURE 8.

Variation de la distorsion en fonction des variations de la modulation maximum de modulation 66 %.

VII. *Rendement*

A ce point de vue le détecteur à caractéristique de grille est supérieur. Si nous exprimons le rendement (en pour cent du μ de la lampe) sous la forme du rapport de l'amplitude au débit à l'amplitude de la modulation nous avons: pour le P. M_3 employé comme détecteur à caractéristique de plaque un rendement de 24 % pour A, 39 % pour B, 52 % et pour C 63 %.

Pour être juste il faut dire que cette supériorité « écrasante » du système de détection est surtout marquée en télégraphie où l'on se contente de puissance émises relativement faibles. Néanmoins la supériorité bien que marquée d'une manière moins « écrasante » existe toujours pour des signaux de force raisonnable.

VIII. *Ordres de grandeur comparés du débit obtenu pour une absorption donnée.*

Les détecteurs à caractéristique de plaque sont moins sensibles mais donnent un débit plus élevé. Ceci est une question d'appréciation et se réduit dans la pratique pour la détection par caractéristique de plaque a plus d'amplification HF et moins d'amplification BF et vice-versa dans le cas des détecteurs à caractéristique de grille.

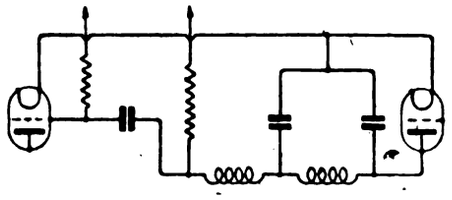


FIGURE 9.

Schéma d'un dispositif filtrant à adjoindre dans tous les cas à l'un ou l'autre des systèmes de détection. 5 % de pertes de 0 à 10.000 cycles ne laisse passer que $\frac{1}{10.000}$ des courants radio.

Traduit de l'« Experimental Wireless and Wireless Enginer » de Londres Juillet 1930, par Serge Philippe.

S. PHILIPPE.

ECHOS DE PARTOUT

LA RADIO AU SERVICE DE LA POLICE AU CANADA

Le service radiophonique de la police s'étend de plus en plus. Ontario va bientôt posséder un service radiophonique parfaitement organisé. L'émetteur central se trouve à Toronto, mais on établira encore d'autres émetteurs et récepteurs. Les longueurs d'onde sur lesquelles on travaillera resteront secrètes; en outre, on fera usage d'un code spécial. Ce réseau radiophonique policier sera mis en usage sous peu.

UNE EXPOSITION DE LA T. S. F. POUR LES ÉCOLES

Le fait que la radio soulève un grand enthousiasme dans les écoles, ressort de ce qu'au Palais du Cinquantenaire à Bruxelles se tient actuellement une exposition qui y est spécialement consacrée. A ce propos on a institué un concours pour les professeurs à qui on demande de soumettre des projets qui permettent de tirer le meilleur parti de la radiophonie scolaire.

EMISSIONS DU REICHSTAG

Le « Berliner Funkstunde », une des sociétés de radiophonie allemandes, s'efforce d'obtenir l'autorisation de diffuser, de temps à autre, des discours prononcés au Reichstag. Le fait que le président Loebe, a déjà donné son adhésion, prouve bien qu'on y attache beaucoup d'importance. Toutefois, on n'est pas encore arrivé à un accord avec les membres du Reichstag. Si l'on ne peut obtenir l'autorisation de diffuser directement les discours, on tâchera de les enregistrer sur des disques et, de cette manière, on pourra les diffuser plus tard.

ÉMETTEUR SUR ONDES COURTES, AU MAROC

On va construire, au Maroc, un émetteur sur ondes courtes d'une puissance de 7 kw. pour assurer les communications avec la France. Ce poste sera aménagé tant pour la téléphonie que pour la télégraphie. La liaison sera assurée, en France, par le poste de Sainte-Assise et par la station réceptrice de Villecresne.

PROGRAMMES « SUR DEMANDE » A ALGER

Afin que les programmes du nouvel émetteur d'Alger répondent autant que possible aux vœux des sans-filistes, on diffuse, chaque samedi soir, un programme composé uniquement de numéros « demandés ». En outre, une fois par semaine, on répond, devant le micro, aux lettres les plus importantes des auditeurs; à cette occasion on fait savoir dans quelle mesure il sera possible de tenir compte des propositions suggérées.

LA RADIO ET LA PRESSE EN AUSTRALIE

Il y a encore, en Australie, des régions très étendues que l'on ne peut atteindre, ni par le télégraphe ni par le téléphone. Aussi la T. S. F. est-elle, dans ce pays d'un très grand intérêt comme moyen de communication.

La presse sait tirer, elle aussi, le meilleur parti d'émetteurs portatifs. Lorsqu'un événement, d'une certaine importance, se déroule dans un endroit dépourvu du télégraphe ou du téléphone, le « reporter » est très souvent muni d'un émetteur portatif. C'est ainsi qu'un concours nautique put être, cette année, publié par les journaux deux jours plus tôt que les années précédentes.

L'ANTENNE COMMUNE

En Russie, il y a longtemps que dans les villages on a adopté l'antenne commune, qui, placée sur la place publique, dessert tous les habitants.

En Allemagne on procède de même.

Dans un groupe d'habitations ouvrières de Cologne la T. S. F. vient à domicile comme le gaz et l'électricité.

Une antenne commune est placée dans la cour centrale et reliée par un simple fil à chaque logement. Chaque locataire peut, à sa convenance, glaner sur ce fil le concert qui lui plaît.

Digitized by Google

Les redresseurs modernes à grande puissance

par Jean BARRÉ

LE problème de la transformation réciproque des différentes formes de courant a dominé toute l'évolution de l'électricité industrielle depuis ses débuts jusqu'à nos jours. En particulier, celui de la transformation du courant alternatif en courant continu s'est posé le premier, et il n'est pas encore définitivement résolu actuellement. C'est le premier en effet, car toutes les machines électriques industrielles produisent par elles-mêmes du courant alternatif. Les premières recherches ont abouti à l'artifice du collecteur, permettant de transmettre et d'utiliser du courant continu. Par la suite quand de grandes puissances ont été nécessaires, on s'est heurté à des difficultés insurmontables dans la construction de grosses dynamos, et on a redécouvert le courant alternatif pour la production et la transmission de l'énergie. Mais nombre d'usages nécessitaient un courant de sens constant ; il a donc fallu imaginer des appareils spéciaux transformant l'alternatif en continu aux lieux mêmes d'utilisation. Peu de problèmes ont été aussi travaillés que celui-ci, ce qui explique le grand nombre de solutions proposées.

D'une manière générale, les redresseurs peuvent se répartir en trois catégories qui sont : les redresseurs tournants, les appareils statiques et les appareils à lame vibrante. Nous ne nous occuperons que des deux premières classes, car la troisième ne comprend que des appareils de faible puissance.

REDRESSEURS TOURNANTS

L'idée la plus simple théoriquement consiste évidemment dans l'établissement d'un groupe moteur-générateur, comprenant un moteur à courant alternatif, synchrone ou asynchrone, adapté aux caractéristiques de la distribution, et accouplé à l'aide d'une liaison élastique à une dynamo génératrice. L'avantage de cette disposition réside dans le fait que les circuits continu et alternatif étant indépendants, la tension du courant continu recueilli est réglable à volonté en faisant varier l'excitation de la dynamo ; par contre, cette solution présente de gros inconvénients par suite de l encombrement des deux machines et du rendement très médiocre du système ; si l'on suppose en effet que les deux machines aient séparément un rendement de 80 %, le rendement de l'ensemble ne sera jamais supérieur à 64 % ce qui est une valeur presque inadmissible dans une exploitation industrielle. C'est pour ces raisons que l'on préfère

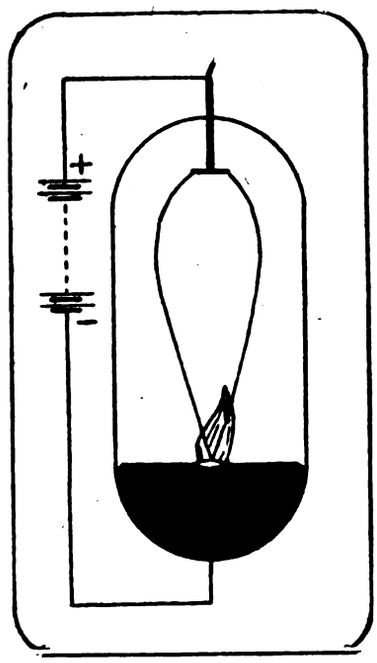


FIG. 1

très souvent employer une commutatrice, malgré l'inconvénient d'une dépendance étroite entre la tension alternative d'alimentation et la tension continue recueillie.

En principe, la commutatrice se compose d'une dynamo à courant continu, dans laquelle l'induit est alimenté en courant alternatif au moyen de bagues et de frotteurs. L'inducteur étant excité, la machine se comporte comme un moteur synchrone, et on recueille sur le collecteur une tension continue constante. Mais on ne peut plus, comme dans le cas précédent, modifier la valeur de cette tension continue en agissant sur l excitation ; il existe en effet, la théorie et l'expérience le montrent, un rapport constant entre les valeurs de ces tensions, rapport qui ne dépend que du mode de construction de la machine : s'il est des cas où cette propriété caractéristique est sans importance, il en est d'autres au contraire où l'emploi de commutatrices conduirait à de grandes complications d'exploitation, et où par suite, on préfère employer d'autres appareils, que nous verrons plus loin. Il faut reconnaître que les commutatrices, après avoir connu une vogue considérable — peut-être parce qu'elles nous venaient d'Amérique — sont beaucoup moins en faveur. Ceci est peut-être dû au perfectionnement incessant des appareils statiques qui, eux, n'exigent aucune surveillance et sont d'une grande souplesse de fonctionnement.

Avant de quitter les redresseurs tournants, nous tenons à signaler les appareils très ingénieux et très simples, dont l'emploi industriel ne s'est malheureusement pas développé ; nous voulons parler du « panchahuteur » de Maurice Leblanc et des permutatrices de Rougé et Faget. Ces machines se différencient des commutatrices en ce que seuls les balais sont animés d'un mouvement de rotation, tous les enroulements étant fixes Ils forment donc, si l'on veut, une transition entre les appareils tournants et les redresseurs statiques. Nous ne pouvons en donner ici une théorie, même élémentaire, car cela nous entraînerait beaucoup trop loin ; nous nous bornerons à en indiquer sommairement le principe.

L'appareil de Maurice Leblanc comprend un transformateur polyphasé, dont le circuit magnétique et le primaire sont identiques à ceux des trans-

Digitized by Google

formateurs ordinaires, et dont le secondaire est formé de bobines ayant des nombres de spires proportionnels à des ordonnées équidistantes d'une sinusoïde, convenablement reliées entre elles de manière à être le siège de courants alternatifs décalés les uns par rapport aux autres. Si on relie les points de connexion des groupes de bobines aux lames d'un collecteur ou à des plots sur une couronne fixe, un système de balais fixes ou tournant au synchronisme, suivant la disposition adoptée, recueillera une tension continue, dont on sera maître de régler la valeur.

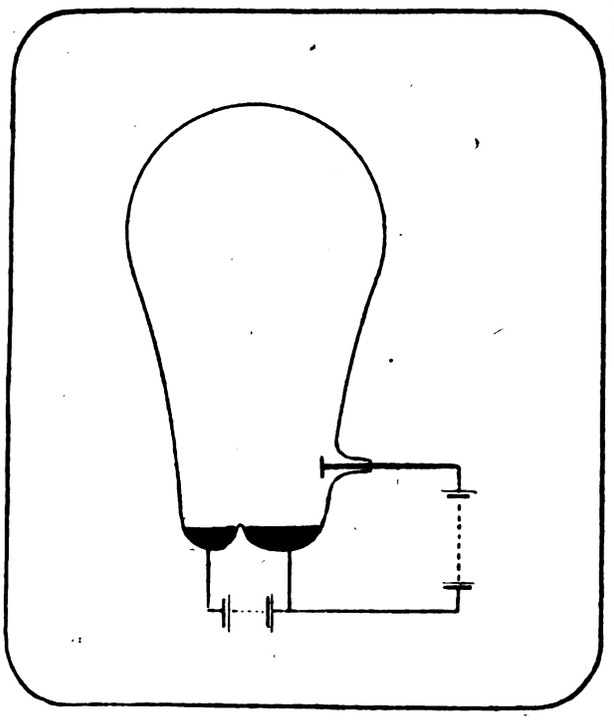


FIG. 2

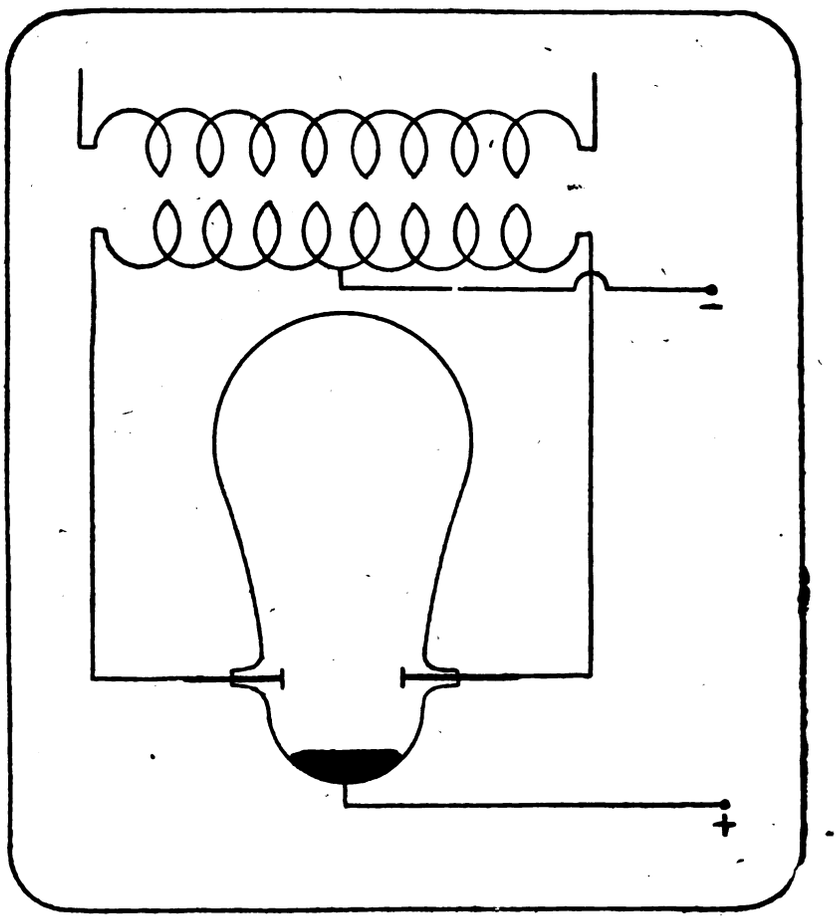


FIG. 3

La permutatrice de Rougé et Faget est basée sur l'emploi des champs tournants. Elle se compose essentiellement d'un circuit magnétique sur lequel est bobiné un enroulement fermé, à moitié noyé dans le fer. Le courant alternatif arrive en trois points équidistants, s'il est triphasé, réalisant ainsi un montage en triangle. Sur l'enroulement sont faites un grand nombre de prises, reliées aux lames d'un collecteur. Un systtème de balais tournant à la vitesse du synchronisme recueille du courant continu.

Il est regrettable que ce système si simple n'ait pas donné jusqu'ici de très bons résultats industriels, mais nous ne doutons pas que sa mise au point définitive ne le pose en concurrent dangereux des commutatrices.

APPAREILS STATIQUES

Nous ne décrirons, dans cette classe, que les redresseurs à vapeur de mercure, car ce sont les seuls ayant donné lieu à des réalisations industrielles de grande puissance.

Ces redresseurs sont basés sur un phénomène de conductibilité unilatérale que présente un arc jaillissant entre une surface de mercure et une anode de fer ou de charbon. Pour bien comprendre le processus de ce phénomène, il est bon de recourir à la théorie électronique.

Considérons en effet un arc jaillissant dans un espace où on a fait le vide, entre une cathode de mercure et une anode de charbon (fig. 1). L'observation de cet arc montre, d'abord sur la surface du mercure une tache extrêmement brillante, la tache cathodique ; si le vide est très poussé, au-dessus de cette tache apparaît une flamme dont on n'a pu encore donner d'explication satisfaisante ; enfin, partant directement de l'anode, une colonne lumineuse descend presque jusqu'à la cathode.

La tache cathodique étant très brillante, permet de supposer une température très élevée, donc une abondante émission d'électrons ; ces électrons sont attirés par l'anode et prennent une vitesse qui peut être considérable si le champ électrique est intense. Dans leur trajet à travers la vapeur de mercure ambiante, ils peuvent ioniser par choc des molécules neutres électriquement, et les ions ainsi formés se séparent : l'ion négatif va à l'anode, l'ion positif à la cathode. C'est sans doute le bombardement du mercure par ces ions positifs qui élève localement sa température jusqu'à l'incandescence, circonstance indispensable à la production abondante d'électrons. Pourquoi la tache cathodique n'est-elle pas fixe sur la surface du mercure, pourquoi subit-elle des déplacements irréguliers et très rapides ? On n'a pas encore pu répondre nettement à cette question, et d'ailleurs les usagers de redresseurs à vapeur de mercure s'en préoccupent assez peu. Quoi qu'il en soit, il est un fait bien établi, c'est que, d'une part la production d'électrons est indispensable à la marche de l'appareil, d'autre part, le courant ne peut traverser l'appareil qu'en sens inverse des électrons, c'est-à-dire de l'anode vers le mercure. Si pour une cause quelconque, les électrons cessent d'apparaître, l'arc s'éteint. Ceci indique la nécessité d'un amorçage auxiliaire, c'est-à-dire la production initiale d'électrons permettant à l'arc de s'établir entre les électrodes principales. Le moyen théoriquement le plus simple, mais non le plus employé, consiste à amener les deux électrodes au contact, puis à les séparer. Nous verrons plus loin quels sont les dispositifs pratiquement utilisés pour les redresseurs de grande puissance.

Digitized by Google

Il résulte de ce que nous venons de dire que l'arc ne peut se maintenir que si le mercure joue le rôle de cathode. Ceci soulève une difficulté, car l'appareil étant destiné à se laisser traverser par du courant alternatif, l'arc s'éteindra à chaque changement de sens du courant.

La première solution qui se présente à l'esprit consiste à établir une excitation séparée au moyen d'une source continue auxiliaire, de 25 à 30 volts, donnant un arc permanent entre la cathode et une anode également en mercure dite anode d'excitation (fig. 2). Dans ces conditions la cathode présente toujours une partie incandescente, et l arc redresseur se rallume de lui-même toutes les fois que le courant a un sens favorable. Les deux électrodes d'excitation étant identiques ne présentent aucun effet de conductibilité unilatérale, ce qui permet l'entretien de l'arc par une source alternative.

Pour les redresseurs de grande puissance, cette disposition n'est utilisée que comme excitation de sécurité, l'entretien de l'arc se faisant automatiquement par un dispositif fort simple présentant, en outre, l'avantage d'améliorer la forme du courant redressé. Reportons-nous en effet à la figure 3, représentant le schéma d'un redresseur monophasé. Nos lecteurs, familiarisés avec les boîtes d'alimentation anodique, verront facilement que le courant dans le circuit d'utilisation conserve un sens constant, mais a une amplitude très variable, telle que l'indique la courbe de la figure 4. Supposons que nous intercalions sur chacune des connexions d'anode une bobine de self convenablement réalisée. Cette self décale le courant dans chacune des deux branches par rapport à la force électromotrice, si bien que le courant n'a pas encore cessé dans l'une quand il commence dans l'autre ; les deux courants se superposent donc en partie dans le circuit d'utilisation, et donnent une courbe de tension beaucoup moins accidentée que dans le cas précédent. L'utilisation est donc bien meilleure.

De plus l'arc ne s'éteint pas à chaque renversement du courant, ce qui permettrait de supprimer l'excitation auxiliaire. Néanmoins pour parer à tout incident imprévu, on laisse en permanence en fonctionnement le dispositif d'excitation, mais plutôt par mesure de sécurité que par nécessité de fonctionnement.

RÉALISATION PRATIQUE DES REDRESSEURS A VAPEUR DE MERCURE

Nous avons indiqué le principe de la construction des redresseurs monophasés. Les redresseurs polyphasés sont construits exactement de la même manière, mais le nombre d'anodes est au moins double du nombre de phases, ou plus généralement un multiple pair. Décrivons brièvement un redresseur triphasé. Le transformateur d'alimentation possède un primaire triphasé et un secondaire hexaphasé (fig. 5). Ce secondaire n'est au fond que la généralisation du secondaire à prise médiane employé pour le monophasé, car les milieux des trois enroulements triphasés sont réunis ensemble et constituent le pôle (—) du courant redressé. Les extrémités B_1 B_2 — B_6 des enroulements du secondaire sont réunies à six anodes A_1 A_2 — A_6 placées en cercle autour d'une cathode centrale C qui est reliée à la borne (+) du circuit d'utilisation. Théoriquement, le fonctionnement du redresseur est tel qu'une anode déterminée ne fonctionne que pendant un temps égal au sixième de la période du courant d'alimentation.

Entrons maintenant dans le détail de la construction de ces appareils.

Les premiers redresseurs à vapeur de mercure, construits par Cooper Hewitt, étaient en verre. Bien que d'une construction très délicate, ils sont encore très employés pour les installations de petite ou moyenne puissance ; par des perfectionnements incessants, on arriva peu à peu à augmenter l'intensité et la tension du courant débité, si bien que les possibilités d'emploi de ces appareils deviennent de plus en plus étendues.

Ce qui limite en effet la puissance d'un redresseur, est l'échauffement, car une température anormalement élevée augmente dans de grandes proportions la pression de la vapeur de mercure, ce qui pourrait occasionner des courts-circuits internes.

Pour éviter ces irrégularités de fonctionnement, la pression de la vapeur de mercure doit être, jusqu'aux limites des surcharges garanties par le constructeur, limitée en fonction de la tension redressée ; ce résultat est obtenu par une forme appropriée de la chambre de condensation et par une ventilation artificielle. Il faut encore soigneusement éviter la formation de remous de vapeur sur le trajet de l'arc et au voisinage des anodes. C'est pourquoi, dans de tout récents modèles destinés à des tensions de l'ordre de 500 volts, on a disposé les bras porte-anodes en forme de ligne brisée à angle vif, afin d'arrêter la projection de vapeur pouvant émaner du corps de l'ampoule. On a complété l'efficacité de cette dernière disposition en prolongeant la partie inférieure des bras, comme on peut le voir sur la figure 6. Le flux de vapeur provenant de l'ampoule se dirige vers le fond du bras où il est condensé. Toutes ces dispositions ont en somme pour but d'empêcher la proportion de vapeur non ionisée de devenir trop grande vis-à-vis de la vapeur ionisée. On peut donc dire que la suppression des courts-circuits internes est chose faite. Toutefois, pour plus de sécurité, on prévoit pour chaque redresseur ou groupe de redresseurs, une pompe à vide permettant, en cas d'arrêt ou de mauvais fonctionnement du dispositif de ventilation, d'empêcher la pression de la vapeur de devenir dangereuse. En pratique d'ailleurs cette pompe ne sert pas en service normal.

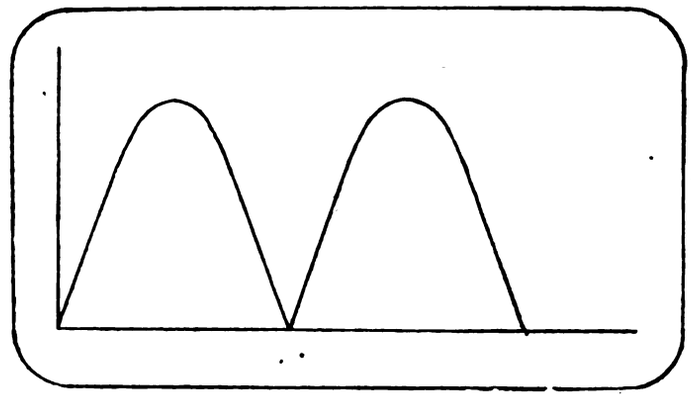


Fig. 4.

Digitized by Google

Le bon fonctionnement du redresseur est donc sous la dépendance étroite de la pression de la vapeur de mercure, fonction elle-même de la température. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que l'arc soit d'un allumage difficile par temps froid ou d'un fonctionnement instable aux faibles charges. Les constructeurs, auxquels cet inconvénient n'avait pas échappé, y ont remédié tout récemment en modifiant d'une façon appropriée la répartition du potentiel le long des bras d'anode. Pour cela, des gaines statiques, formées de rubans métalliques, sont enroulées à la partie supérieure de chaque bras, et reliées électriquement au conducteur de l'anode correspondante. Cette disposition, d'une très grande simplicité, s'est révélée d'une efficacité remarquable.

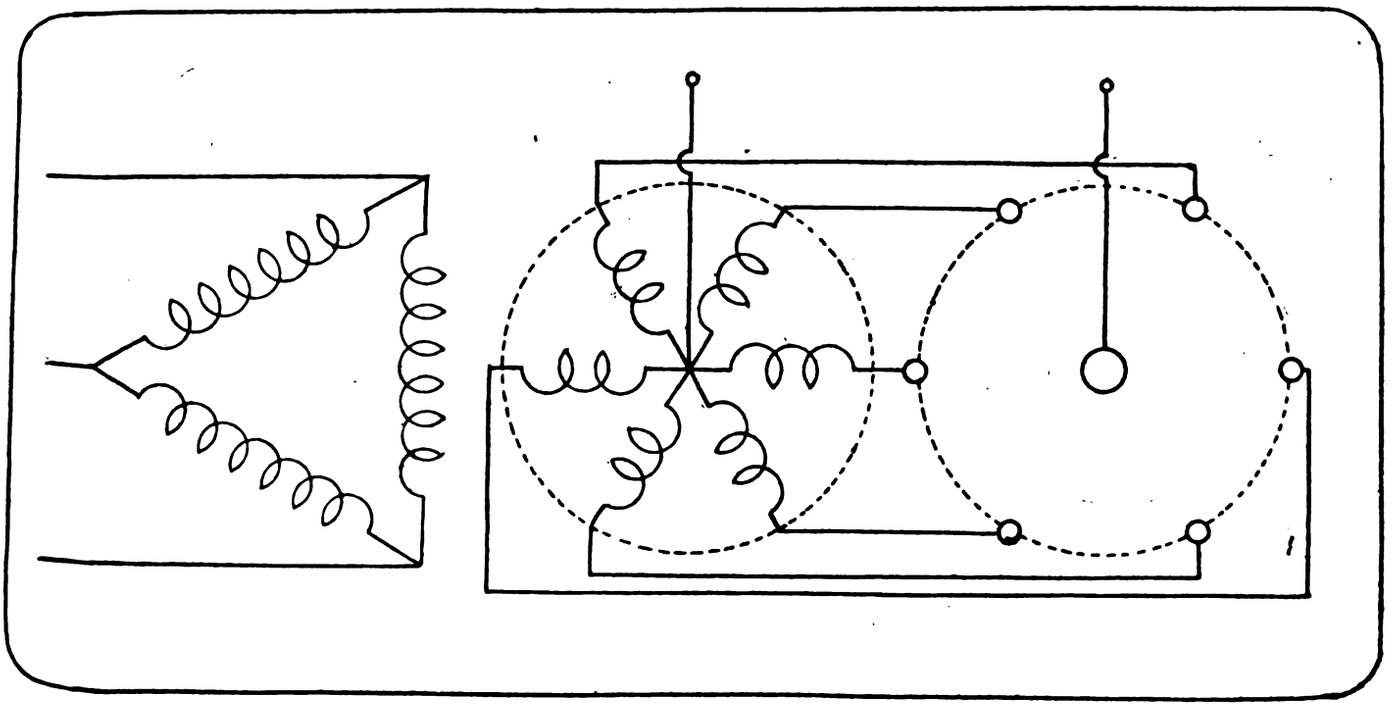


Fig. 5.

Pour les grandes puissances on emploie de préférence actuellement des redresseurs où l'ampoule de verre est remplacée par un vase d'acier qui peut atteindre de grandes dimensions. Nous décrirons sommairement un redresseur de ce type pouvant débiter 300 ampères sous 1.200 volts continu ou 250 ampères sous 1.500 volts. La figure 7 en représente la coupe axiale. On voit qu'il se compose essentiellement de la grande chambre principale E dans laquelle jaillit l'arc. A sa partie inférieure se trouve soudée à l'autogène la plaque de cathode portant, au centre, la cathode de mercure isolée de l'ensemble. A sa partie supérieure une plaque annulaire D porte les anodes principales et une ou plusieurs anodes d'excitation L qui, dans ce modèle, sont continuellement alimentées en courant monophasé afin de maintenir constamment la cathode à l'incandescence, même si le courant principal vient à s'interrompre. Au-dessus de la plaque porte-anodes se trouve la chambre de condensation C dans l'axe de laquelle existe une électrode d'allumage fonctionnant comme nous l'indiquerons plus loin. L'étanchéité, indispensable à la marche sans surveillance, est obtenue, dans ce modèle, par des joints en amiante entre lesquels une garniture de mercure forme une fermeture hermétique.

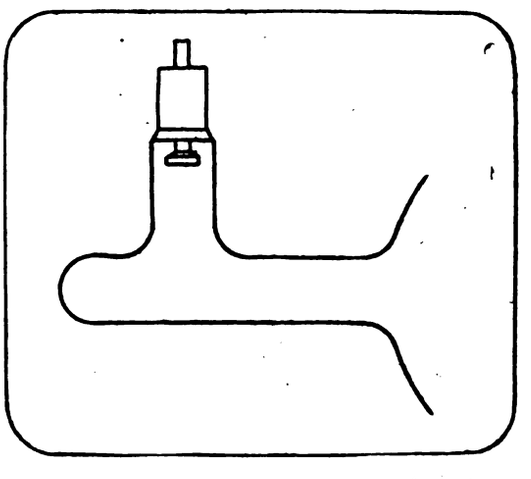


Fig. 6

Cette question des joints a toujours été l'objet de nombreuses recherches tendant à en simplifier la construction. L'inconvénient que l'on avait rencontré à l'emploi de joints plastiques était la température relativement élevée (70 à 80°) des parties extérieures des anodes, et c'est pourquoi on employait presque exclusivement jusqu'à ces derniers temps les joints au mercure. De tout récents essais, dont les résultats n'ont été connus qu'il y a environ deux mois, ont montré qu'il était possible de réaliser une sorte de caoutchouc, de composition spéciale, conservant indéfiniment ses propriétés élastiques et mécaniques à une température permanente de 70° C. La température peut être sans inconvénients élevée à 80° C. pendant quelques instants, ce qui ne nécessite pas un refroidissement spécial énergique, ainsi que certains l'avaient cru.

On a objecté encore contre l'emploi du caoutchouc le fait que toutes les matières plastiques renferment toujours

Digitized by Google

une grande quantité de gaz occlus dont le dégagement pourrait être de nature à gêner le fonctionnement du redresseur. En pratique un dégazage dans le vide permet d'en éliminer la presque totalité et le peu qui reste se dégage pendant les premiers temps de marche du redresseur, période pendant laquelle la pompe prévue à cet effet maintient le degré de vide convenable. En somme ces joints présentent tous les avantages des joints au mercure, avec, par surcroît, la propriété d'absorber les effets de dilatation sans nécessiter de ressorts compensateurs et sans risquer le bris des porcelaines d'isolateurs. Il est probable qu'à la suite des essais concluants effectués par la Siemens, ces joints seront de plus en plus employés dans les redresseurs de grande puissance.

Revenons à la figure 7. On remarque au-dessus de la cathode, une sorte d'entonnoir en tôle, appelé collecteur d'arc, dont le rôle est de séparer la vapeur ionisée de la vapeur neutre. Celle-ci est rejetée de côté et en dessous et par suite se condense sans atteindre les anodes. Le mercure ainsi condensé fait retour à la cathode par l'intermédiaire d'un entonnoir spécial visible sur la figure.

Pour la même raison, les anodes sont entourées à l'intérieur de la chambre principale, d'un cylindre de garde en tôle, fermé à la partie inférieure par des lames de tôle inclinées formant jalousie (fig. 7).

Le refroidissement est l'objet de soins spéciaux, et est assez délicat, car les différents éléments sont à des températures différentes et assez élevées : en fonctionnement normal, les anodes sont portées au rouge sombre (5 à 600°) et la cathode est à une température voisine de 2.000°; la température moyenne est de 70° Pour obtenir ce résultat, la chambre principale et la chambre de condensation sont à double paroi ; dans l'espace ainsi ménagé on établit une circulation d'eau ; la plaque de cathode est également refroidie par l'eau et maintient, par simple contact, la température du mercure à la valeur convenable. Dans les redresseurs de très grande puissance le refroidissement de la plaque porte anodes serait insuffisant. On prévoit alors une enveloppe de tôle creuse, munie d'ailettes, sur chaque anode, et on y établit également une circulation d'eau. Si ces moyens étaient trop peu énergiques, il faudrait mettre plusieurs anodes en parallèle par redresseur ou plusieurs redresseurs en parallèle. Dans ce dernier cas il faut prévoir des enroulements compensateurs destinés à alimenter tous les appareils sous des tensions rigoureusement égales.

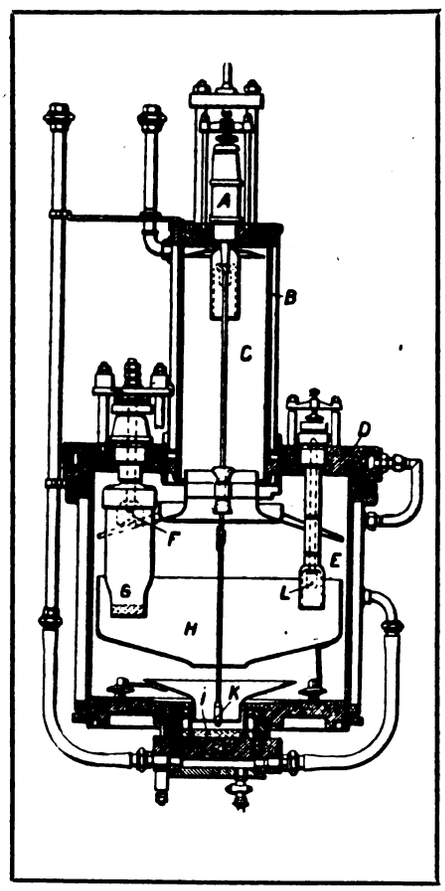


FIG. 7

Dans certains modèles tout récents, le refroidissement par circulation d'eau périphérique a été jugé insuffisant, et les constructeurs ont prévu, en plus, un serpentin disposé à l'intérieur même de la chambre à arc dans une sorte de cuve concentrique à la couronne des anodes.

Cette disposition est encore trop récente pour que l'on puisse se prononcer sur sa valeur, mais il semble que son efficacité ne soit pas tout-à-fait proportionnée au surcroît de complication qu'elle amène à la construction.

DISPOSITIF D'ALLUMAGE

Dans les petits modèles en verre, l'allumage est obtenu par basculage. Cette opération consiste à incliner l'appareil de façon à faire communiquer les deux électrodes d'entretien, mettant ainsi la source auxiliaire en court-circuit, puis à le redresser de façon à rompre ce court-circuit avec formation d'un arc. Naturellement ces opérations se font automatiquement par la simple manœuvre d'un bouton de mise en marche.

Pour les gros modèles et surtout les appareils métalliques, ce procédé serait peu pratique. On emploie alors un dispositif à anode auxiliaire comme celui que nous allons décrire.

La cathode auxiliaire K, disposée suivant l'axe du redresseur (fig. 8) est solidaire du noyau plongeur d'un électro-aimant, et est constamment sollicitée vers le haut par un ressort réglable R. Pour la mise en marche, on envoie du courant continu à 110 volts dans l'électro-aimant, et l'anode K vient en contact avec la cathode. Comme le circuit anode-cathode est moins résistant que la bobine de l'électro-aimant, le ressort rappelle K et le contact est rompu avec formation d'un arc. Cette opération ne dure que quelques secondes et est absolument automatique. Lorsque la cathode est excitée, l'arc jaillit spontanément entre les anodes principales et la cathode dès que l'on ferme le circuit d'utilisation. A cet instant un dispositif auto-

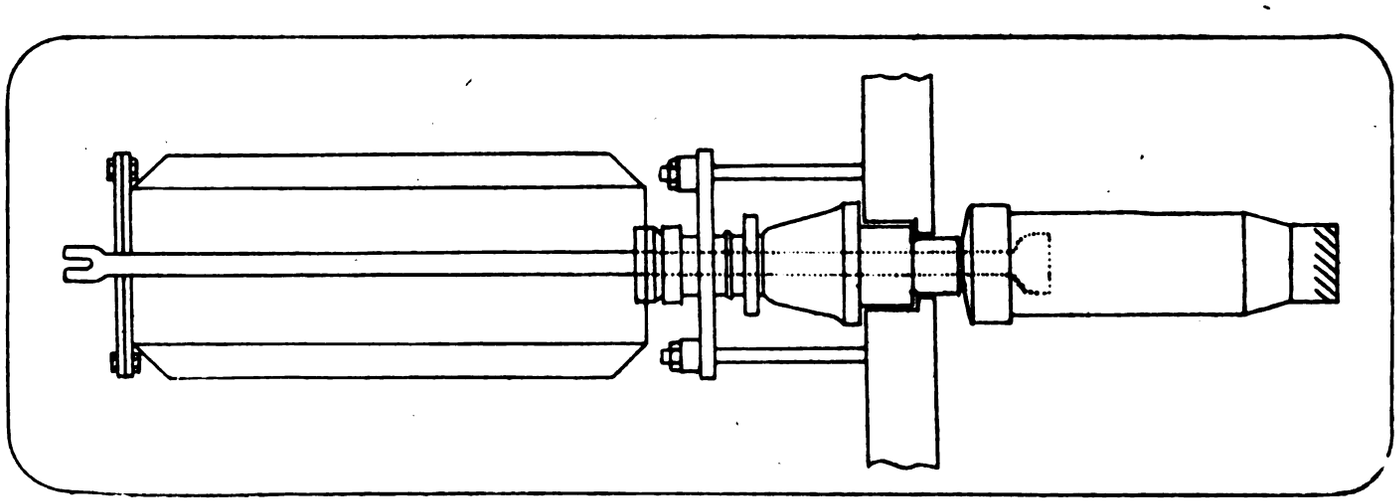


Fig. 8.

Digitized by Google

matique coupe le circuit d'allumage. Si pour une raison ou une autre, le courant cesse de passer entre les anodes principales et la cathode, le dispositif agit de nouveau et opère un nouvel allumage.

Un procédé plus perfectionné consiste à utiliser comme anode d'allumage une des anodes d'entretien préalablement mise sous tension. Comme on ne pourrait sans grandes complications la rendre mobile pour l'amener au contact du mercure, c'est ce dernier que l'on projette sur l'anode par un dispositif fort ingénieux, applicable principalement aux ampoules en verre. Un tube en U fixé dans la région cathodique et plein de mercure porte, dans la branche intérieure, un ajutage dirigé vers le haut. et dans la branche extérieure un plotteur en fer. Au moment de l'allumage une bobine coaxiale au bras extérieur attire vers le bas le noyau qui refoule le mercure ; celui-ci jaillit de l'ajutage et frappe une anode d'entretien sous tension ; aux interruptions de la veine de mercure prennent naissance des étincelles qui allument l'arc. Un appareillage très simple de relais ou de boutons-poussoirs permet d'adapter ce système soit à la commande à main, soit à la commande automatique.

Ce dernier dispositif nécessite du courant continu, ce qui peut sembler une complication. Il faut en effet un petit redresseur auxiliaire, et l'on pourrait craindre que les courts-circuits répétés auxquels il est soumis n'abrègent sa vie. En réalité il n'en est rien, car la durée de l'allumage est inférieure à une seconde ; le redresseur auxiliaire est de 15 a./75 v. et sa durée est de 14.000 heures. ce qui permet un nombre respectable d'allumages. De plus, si un incident se produit dans ce redresseur, on peut le remplacer très facilement sans arrêter le redresseur principal.

Ajoutons à l'actif de ce procédé, le nombre plus réduit des entrées de conducteurs qui seront toujours des points faibles de la construction ; l'anode d'allumage restante peut être très largement dimensionnée et très robuste ; la construction de la cuve se trouve simplifiée.

RENDEMENT

Le rendement des redresseurs à vapeur de mercure, y compris les organes auxiliaires : pompe à vide, pompe de refroidissement, est en moyenne de 95 pour cent pour des puissances de 200 kilowatts au moins, alors qu'on ne peut compter que sur 90 % pour les commutatrices équivalentes.

De plus, la chute de tension est à peu près constante, et est d'environ 16 à 18 volts quelle que soit la tension d'alimentation. Ici comme ailleurs, on trouve avantage à construire des appareils fonctionnant sous des tensions élevées. On a construit actuellement des redresseurs fonctionnant sous 1.500 volts ; on envisage des appareils fonctionnant sous 5.000 volts ; pour ceux-ci le rendement atteint 97 ou 98 %, comparable par conséquent à celui des gros transformateurs modernes. Il semble qu'on ne puisse faire beaucoup mieux avec des appareils basés sur ce principe.

Jean Barré

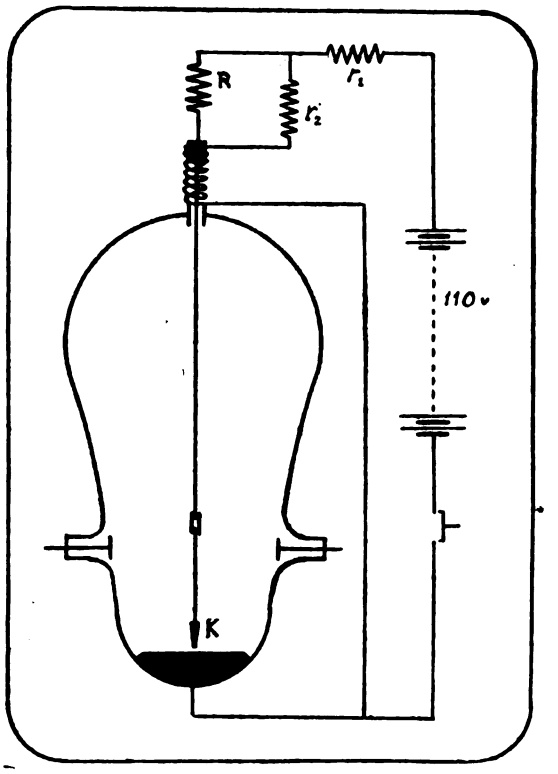


Fig. 10.

Digitized by Google

Les Électromètres

par J. GRANIER, ingénieur E. S. E.

Bien des gens lorsqu'ils entendent parler d'électromètres pensent tout de suite à la vieille électrostatique dont on leur a rabattu les oreilles autrefois lorsqu'ils usaient leurs culottes sur les bancs du lycée, aux peaux de chats, aux bâtons d'ébonite, à un tas de vieilles expériences démodées. Ils ont tort; l'électromètre peut dans certains cas rendre de réels services, sa théorie est facile, sa réalisation également, il en existe des modèles industriels qui ont fait leurs preuves.

QU'EST-CE que c'est donc qu'un électromètre ? — C'est tout simplement un condensateur variable dans lequel l'armature mobile est soumise à l'action d'un ressort ou d'un poids qui lui assure une position initiale bien déterminée. De cette définition très générale, il découle que les formes d'électromètres peuvent être fort variées; heureusement, leur fonctionnement est le même quel que soit le type adopté et on peut en faire une théorie générale sans entrer dans les détails de construction.

Supposons donc que les deux armatures d'un condensateur soient reliées en permanence aux bornes d'une source de tension V, et admettons que l'une d'elles puisse se déplacer d'une façon quelconque de manière à faire varier la capacité C de ce condensateur. Nous sommes en présence d'un petit moteur électrique en miniature, et il existe une force qui cherche à accroître la capacité. Lorsque celle-ci augmente, d'une très petite quantité $d\,C$, le condensateur se charge d'une quantité d'électricité supplémentaire $d\,Q = V\,d\,C$ qui lui est fournie par la pile et comme l'énergie emmagasinée par un condensateur a pour expression $W = \frac{1}{2}\,V\,Q$, cette énergie augmente de :

$$d\,W = \frac{1}{2}\,V\,d\,c.\frac{1}{2}\,V\,d\,q$$

Mais l'énergie fournie par la pile qui a débité une quantité d'électricité $d\,Q$ sous une tension V a pour expression :

$$V\,d\,Q = V^2\,d\,C.$$

c'est-à-dire le double de la précédente. Le reste, c'est-à-dire :

$$\frac{1}{2}\,V^2\,d\,C$$

est précisément l'énergie mécanique mise en jeu dans notre petit moteur, énergie que le plus souvent nous emmagasinons dans un ressort et dont l'expression va nous permettre de calculer le couple ou la force dans chaque cas particulier.

⁂

Prenons le cas le plus simple: le condensateur est formé de deux plateaux parallèles dont la distance peut varier. Désignons par e cette distance et par S la surface des plateaux. La capacité d'un tel condensateur est donné par la formule:

$$C = \frac{S}{4\,\pi\,e}$$

Lorsqu'on fait diminuer d'une quantité infiniment petite $d\,e$ la distance des plateaux, la capacité augmente, et nous pouvons calculer la valeur de cette augmentation en différenciant l'expression précédente :

$$d\,C = S\,\frac{de}{4\,\pi\,e^2}$$

Le travail mécanique correspondant a donc pour valeur :

$$d\,T = \frac{1}{2}\,V^2\,S\,\frac{de}{4\,\pi\,e^2}$$

Supposons par exemple que la force antagoniste qui tend à s'opposer au déplacement de l'armature mobile soit un poids P. Le travail $d\,T$ peut aussi se mettre sous la forme :

$$d\,T = P\,d\,e$$

de sorte qu'en égalant ces deux expressions on obtient finalement :

$$P\,d\,e = \frac{1}{2}\,V^2\,S\,\frac{de}{4\,\pi\,e^2}$$

$$\text{ou } V = e\sqrt{\frac{8\,\pi\,P}{S}}$$

Le potentiel V est ainsi exprimé en fonction de quantités purement mécaniques, longueur, surface, poids; on a donc affire à un électromètre « absolu » c'est-à-dire qu'on peut effectuer une mesure sans aucun étalon de nature électrique.

Le calcul précédent suppose que les lignes de force électrique qui vont d'un plateau à l'autre sont normales à la surface de ceux-ci, autrement dit que le champ électrique est uniforme ; c'est dans ce cas seul, en effet, que la capacité du condensateur est donnée par la formule simple $C = \frac{S}{4\,\pi\,e}$ Cette hypothèse ne peut être admissible que si l'on prend des plateaux relativement grands et très rapprochés, sinon l'influence des bords est loin d'être négligeable, et pour en tenir compte il faudrait compliquer extrêmement les calculs. Heureusement que l'on peut tourner facilement la difficulté en employant un « anneau de garde ». Pour cela, on donne dans un des plateaux un trait de scie circulaire de manière à le partager en deux parties, l'une A centrale qui sera mobile et dont on mesurera l'attraction, l'autre fixe A′ qui forme l'anneau de garde. Si ces deux parties sont reliées électriquement entre elles par un fil souple et si on s'arrange pour qu'au moment de la mesure elles soient dans un même plan, les lignes de force sont bien parallèles entre elles et l'influence des bords est négligeable.

Il est ainsi facile de constituer au moyen d'une balance ordinaire et de deux plateaux un électromètre fonctionnant sous des tensions de quelques milliers de volts (fig. 1). Pour des tensions plus faibles, la réalisation est délicate parce que la force attractive devient rapidement

Digitized by Google

insuffisante; cependant Pérot et Fabry ont réussi à mesurer des tensions de quelques volts, mais en donnant à la distance des deux plateaux une valeur de 1 dixième de millimètre seulement. Pour des tensions de quelques dizaines de milliers de volts, la force attractive devient largement suffisante, même si la distance des plateaux est d'une dizaine de centimètres, mais alors, ce sont les aigrettes qui gênent. On trouve cependant dans le commerce d'excellents électromètres pour ces tensions; ils possèdent un anneau de garde très développé et à bords retournés, et naturellement, comme les forces mises en jeu sont importantes, ils sont à lecture directe (fig. 2).

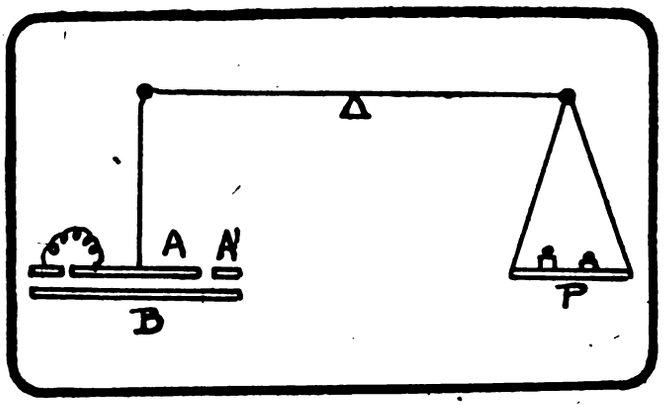


FIG. 1

Au lieu d'employer des plateaux parallèles, on peut utiliser deux cylindres concentriques (fig. 3) qui pénètrent plus ou moins l'un dans l'autre. L'un des ces cylindres B est fixe; l'autre A qui est attiré proportionnellement au carré de la tension est suspendu au plateau d'une balance et on rétablit l'équilibre au moyen de poids marqués. Si les cylindres sont choisis assez longs pour que leurs extrémités soient très éloignées, les unes des autres l'influence des bords est négligeable en ou peut calculer facilement la force attractive. En appelant en effet R et r les rayons des deux cylindres, la capacité par unité de longueur est donnée par la formule :

$$C = \frac{1}{2 \log \frac{R}{r}}$$

$$\text{d'où } P = \frac{V^2}{4 \log \frac{R}{r}}$$

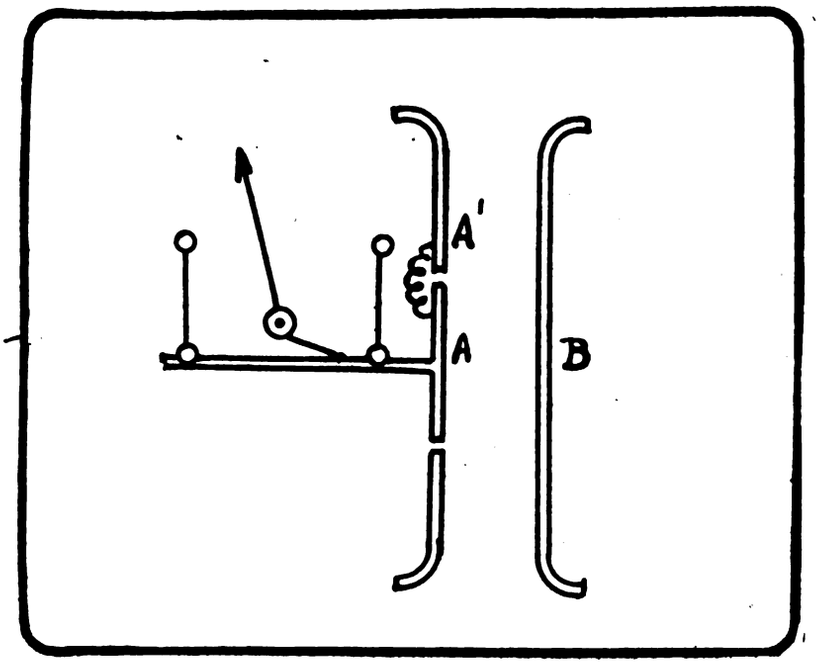


FIG. 2

On peut encore employer un condensateur formé de deux plateaux parallèles mais glissant l'un par rapport à l'autre en restant à une distance invariable. C'est

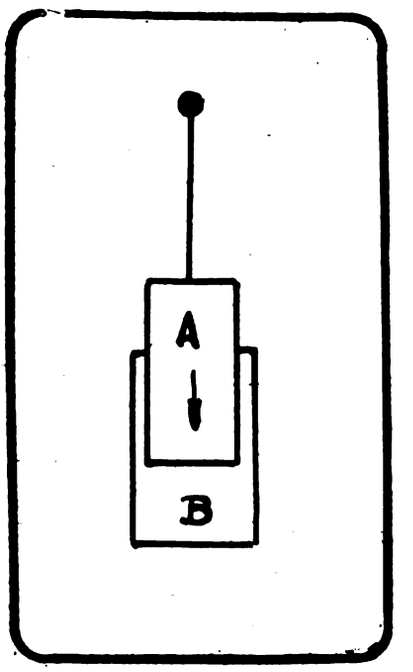


FIG. 3

la disposition qu'on adopte le plus souvent dans les électromètres usuels étalonnés par comparaison et pour lesquels le calcul exact de la force attractive perd beaucoup de son intérêt; dans ces appareils, d'ailleurs, en vue d'augmenter la sensibilité et la commodité des mesures, on emprunte le couple antagoniste à la torsion d'un fil. Dans le dispositif le plus simple (fig. 4) l'armature mobile A est

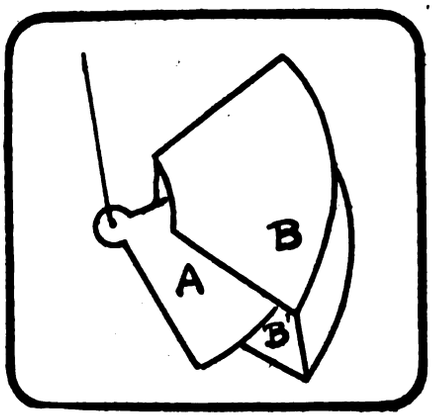


FIG. 4

une aiguille plate ayant la forme d'un secteur de 90° et pénétrant entre deux armatures fixes B B′ de mêmes dimensions (quadrant).

Digitized by Google

Etablissons tout d'abord entre le quadrant et l'aiguille une différence de potentiel V ; l'aiguille est attirée et après quelques oscillations prend une déviation permanente α. Le couple de torsion qui est proportionnel à l'angle peut dans ces conditions se mettre sous la forme $k\alpha$ et si nous désignons par C la capacité du condensateur formé par l'aiguille et le quadrant nous avons :

$$k\alpha\, d\alpha = \frac{1}{2} V^2\, dC$$

$$\text{d'où } \alpha = \frac{V^2}{2k}\frac{dC}{d\alpha}$$

La capacité C est difficile à évaluer d'une manière précise par suite de l'influence des bords, mais on peut sans erreur sensible la considérer comme étant une fonction du premier degré de l'angle α, du moins quand l'aiguille est suffisamment engagée dans le quadrant; la valeur de $\frac{dC}{d\alpha}$ est donc constante et par suite la déviation est proportionnelle au carré de la tension.

Rien n'empêcherait, évidemment d'effectuer avec cet appareil des mesures absolues, mais en pratique, à cause des dimensions réduites du quadrant la valeur de $\frac{dC}{d\alpha}$ ne peut être déterminée avec précision; on préfère étalonner l'appareil par un essai préalable.

Sous cete forme, l'électromètre ne possède pas toujours une sensibilité suffisante; pour mesurer de faibles tensions, il deviendrait nécessaire de donner à l'aiguille et au quadrant des dimensions exagérées. Pour éviter l'encombrement, Lord Kelvin dans son électromètre « multicellulaire » a constitué le quadrant et l'aiguille par deux séries de lames superposées intercalées les unes entre les autres. Cet appareil étant destiné à des mesures industrielles, la forme de l'aiguille a été légèrement modifiée de manière que $\frac{dC}{d\alpha}$ diminue quand α augmente; la graduation est ainsi rendue plus régulière mais il devient indispensable de graduer l'appareil point par point.

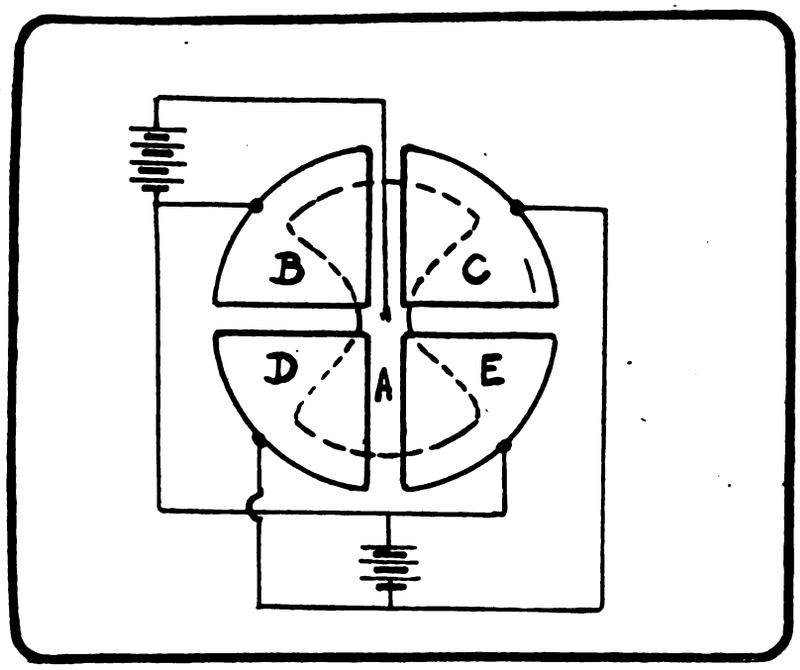


FIG. 5

Pour accroître encore la sensibilité, on peut opérer comme suit: A la faible tension v à mesurer, on ajoute une tension élevée V; en faisant agir l'ensemble sur l'appareil on obtient ainsi une tension α_1. Puis, on fait agir la tension V seule et on obtient une deuxième déviation un peu plus petite α^2.

D'après ce que nous avons dit, on a :

$\alpha_1 = k\,(V + v)^2$ et $\alpha_2 = k\,V^2$

d'où $\alpha_1 - \alpha_2 = 2\,k\,v\,V$

en négligeant v devant V.

Si l'on avait soumis l'appareil à la tension v seulement, on aurait observé simplement :

$\alpha_3 = k\,v^2$

en mesurant $\alpha_1 - \alpha_2$ on a donc une sensibilité d'autant plus grande que V est lui-même plus élevé.

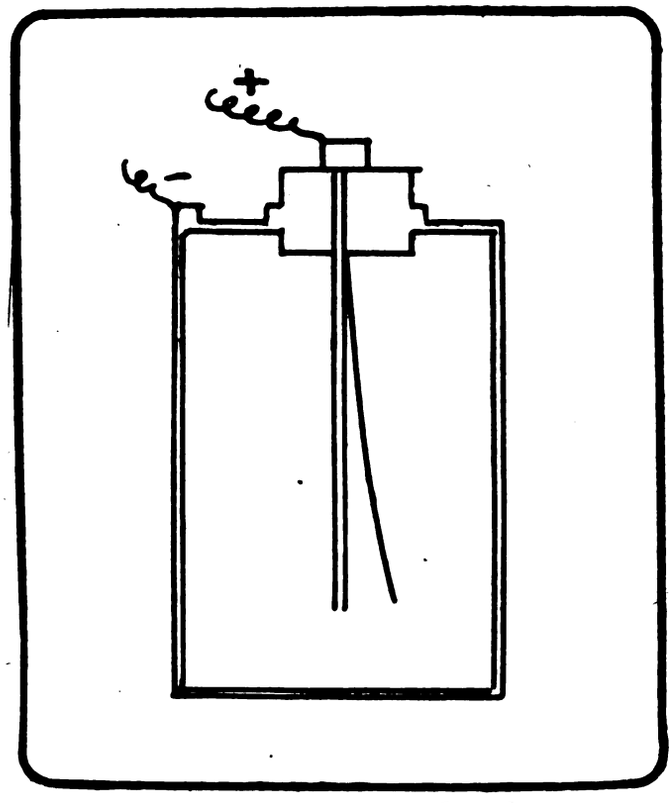


FIG. 6

Faite dans ces conditions, la détermination de v serait entachée d'erreurs expérimentales assez importantes. Pour les réduire, on fait effectuer par l'appareil

Digitized by Google

lui-même la différence entre $(V + v)^2$ et V_2. L'appareil ainsi modifié comporte une aiguille A en forme de double secteur qui se meut à l'intérieur de quatre quadrants identiques B C D E disposés autour d'elle; les quadrants opposés sont reliés électriquement entre eux pour que leurs actions s'ajoutent et chaque paire ainsi constituée est reliée à une borne de la pile à étudier de tension v. Une pile de tension V est intercalée entre une paire de quadrants et l'aiguille.

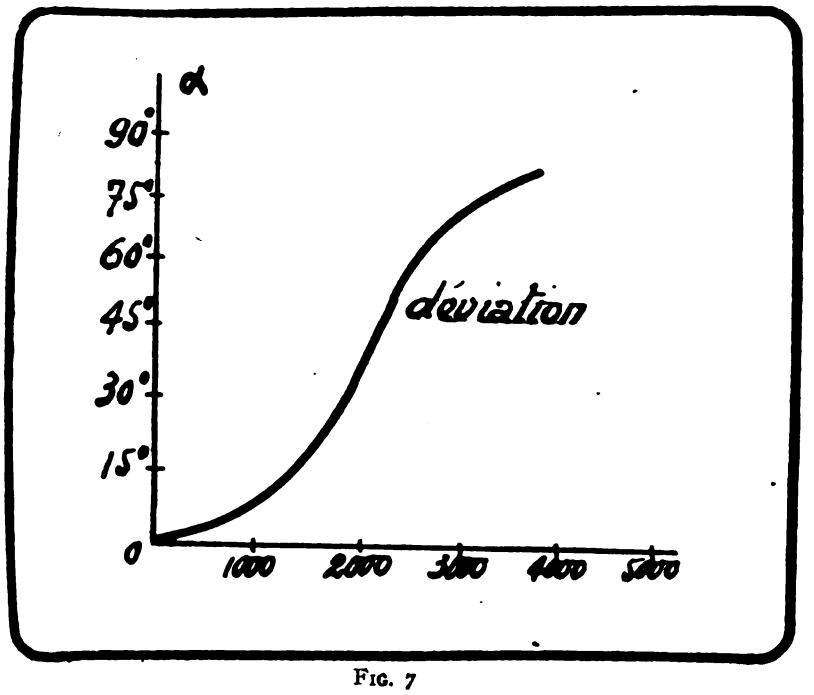


FIG. 7

Entre une des paires de quadrants et la portion de l'aiguille située en regard s'exerce un couple proportionnel à $(V + v)^2$; entre l'aiguille et l'autre paire de quadrants, s'exerce en sens inverse un couple proportionnel à V^2. La déviation qui est proportionnelle à la différence de ces couples est donc également proportionnelle à la tension à mesurer v et à la tension auxilaire V.

⁂

Les électromètres peuvent être plus simplement constitués par des feuilles d'or ou d'aluminium. Un modèle qui convient particulièrement pour des tensions de quelques milliers de volts comporte tout simplement une plaque métallique verticale à laquelle est collée par sa partie supérieure une mince feuille d'aluminium; l'ensemble est enfermé dans une boîte métallique réunie à l'un des pôles de la pile à mesurer tandis que la lame mobile est réunie à l'autre (fig. 6). On a dans ces conditions affaire à un condensateur variable de forme évidemment un peu bizarre mais pour lequel la théorie précédente s'applique pourtant. La capacité cherche à prendre la plus grande valeur possible, ce qui entraîne une déviation de la feuille d'aluminium. Le couple antagoniste est ici fourni par la pesanteur. Pour de petites tensions, les déviations sont évidemment proportionnelles au carré du potentiel, mais comme la déviation ne peut pas dépasser 90° cette loi ne subsiste naturellement pas pour les tensions élevées; la courbe représentative a l'allure de celle qu'indique la figure 7; parabolique au début, elle présente bientôt un point d'inflexion puis devient plus ou moins horizontale.

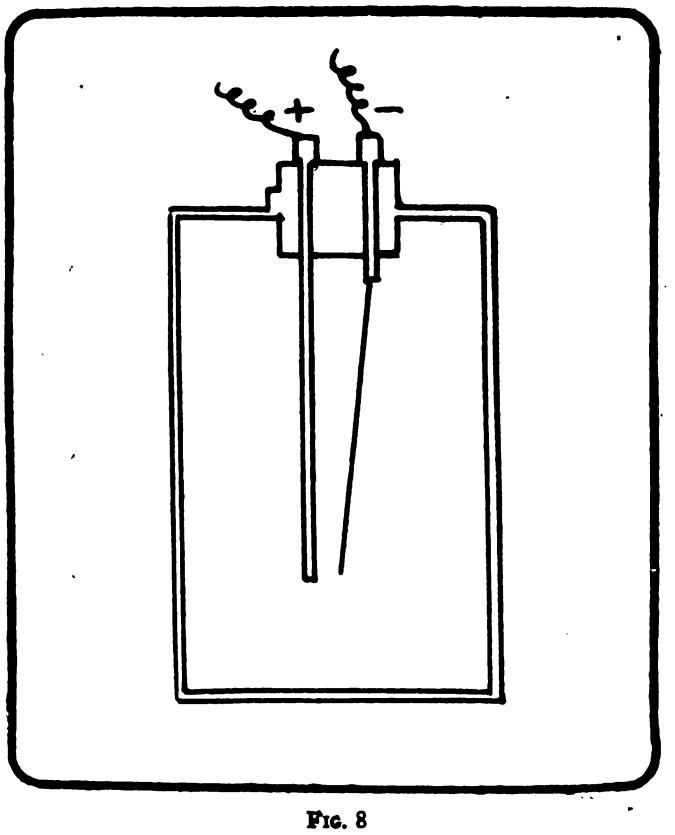


FIG. 8

Pour obtenir avec des feuilles d'or une plus grande sensibilité on peut augmenter la capacité du condensateur; le plus simple est alors de mettre en regard à une faible distance une plaque métallique et une feuille d'or reliées chacune à un pôle de la pile à étudier (fig. 8). Avec des feuilles d'or ordinaires ou même avec des feuilles d'aluminium, de quelques centimètres de longueur et distantes de 2 ou 3 millimètres on peut ainsi mettre en évidence une tension de 110 volts, continue ou alternative.

La fabrication d'un électromètre pour quelques centaines de volts est à la portée de tous les amateurs. Le matériel ? — Des lames de condensateurs variables, du fil métallique très fin, et quelques bornes. Deux lames fixes de condensateur formeront l'armature fixe, une lame mobile formera l'aiguille et pour terminer l'appareil il suffira d'un peu d'ingéniosité: on sait que les sans-filistes n'en manquent pas.

Un avantage précieux des électromètres, c'est qu'ils n'absorbent aucun courant; aussi leur usage est-il tout indiqué lorsqu'il s'agit de mesurer la tension de piles facilement polarisables ou de tableaux de tension plaque. Ils sont avantageusement utilisés par les amateurs qui ont à évaluer des tensions alternatives ou continues de 1.000 ou 2.000 volts et qui ne disposent pas de puissance superflue. En résumé, appareils économiques, d'un fonctionnement simple et régulier, ce qu'il faut à un sans-filiste.

Digitized by Google

Une nouveauté dans le domaine du Haut-Parleur

LE HAUT-PARLEUR MAGNÉTODYNAMIQUE

par Paul BERCHÉ, rédacteur en chef du journal l'*Antenne*

Les deux types de haut-parleurs jusqu'ici utilisés dans la pratique T. S. F. ou pick-up ont été :

1° Les haut-parleurs électromagnétiques, dont la formule la plus récente est le modèle dit « équilibré » ou encore « à quatre pôles »;

2° Les haut-parleurs électrodynamiques, dont la vogue dans les milieux amateurs français ne date que de un an à peine.

Dans un haut-parleur électromagnétique du type équilibré, le courant de sortie de l'amplificateur est lancé dans des enroulements logés autour des pièces polaires d'un aimant permanent dans l'entrefer duquel se trouve une armature en métal magnétique; les vibrations électriques à fréquence accoustique qui parcourent les enroulements se retrouvent sous forme de vibrations mécaniques de l'armature qui attaque, par un effet de bras de levier plus ou moins complexe suivant les modèles, le sommet d'un diaphragme conique (diffuseur). Ce diaphragme, ainsi mis en état de vibration, assure la reproduction des sons sous un volume satisfaisant. C'est le processus classique. La figure 1 donne la représentation schématique d'un haut-parleur électromagnétique équilibré et illustre les brèves explications qui précèdent.

Dans un haut-parleur électromanamique, le courant de sortie de l'amplificateur est lancé, par l'intermédiaire d'un transformateur de rapport convenable, dans une bobine mobile, dans un champ magnétique uniforme et puissant (1) créé par un électro-aimant alimenté en continu, soit sous 4 volts (généralement 0,5 ampère) soit sous 110 volts (généralement 50 milliampères).

L'alimentation de l'électro-aimant d'un haut-parleur électro-dynamique s'appelle l'excitation. La bobine mobile est solidaire d'un cône qui se déplace parallèlement à lui-même sans être, théoriquement tout au moins, le siège de ventres et de nœuds de vibration comme dans le cas des diffuseurs. Ce cône partage l'espace en deux parties : la partie située dans l'angle aigu du cône et la partie située dans l'angle obtus. Afin d'augmenter cette surface de séparation, éviter les interférences d'extinction entre les vibrations des deux masses d'air ainsi définies et assurer en particulier la reproduction des notes basses, on adjoint aux cônes des haut-parleurs électrodynamiques un écran (baffle) non solidaire mécaniquement du bord du cône (anneau de séparation en peau). La surface de l'écran dépend de la puissance que l'on veut obtenir et de la limite inférieure des fréquences à reproduire (2). Tout cela a été maintes fois expliqué dans l'**Antenne**. La figure 2 résume les divers éléments constitutifs du haut-parleur électrodynamique.

Le haut-parleur électromagnétique présente dans son principe une cause de déformations et une cause de reproduction médiocre des fréquences basses. En effet, l'armature au cours de ses vibrations, se rapproche et s'éloigne des pièces polaires; l'action magnétique de ces pièces n'est donc pas uniforme puisque, comme le montre la loi de Coulomb, cette action est inversement proportionnelle au carré de la distance; l'action antagoniste de cette action magnétique est produite par un ressort qui crée une « forme de rappel » inversement proportionnelle à la distance.

De l'inégalité de degré algébrique des deux forces en présence résulte une inégalité entre les vibrations électriques lancées dans les enroulements et les vibrations mécaniques transmises au diffuseur: il y a distorsion, c'est-à-dire déformation. D'autre part, pour que la sensibilité soit bonne, l'espace dans lequel se meut l'armature d'un haut-parleur électromagnétique (entrefer) est rendu aussi petit que possible; le ressort de rappel est très tendu, afin que les vibrations de grande amplitude de l'armature n'amènent pas cette armature en contact avec les pièces polaires, contact qui produirait des bruits désastreux. Les notes basses correspondant justement à des vibrations d'amplitude relativement importante, on s'explique que ces notes soient mal reproduites par les haut-parleurs électromagnétiques.

Ces défauts du haut-parleur électromagnétique ne se retrouvent pas dans le haut-parleur électrodynamique, dont l'entrefer reste absolu-

(1) Ceux de nos lecteurs qui possèdent des notions d'électrotechnique générale remarqueront qu'il y a entre un haut-parleur électromagnétique et un haut-parleur électrodynamique une différence de principe analogue à celle qui existe entre les galvanomètres à cadre mobile.

(2) Il faut savoir que le cône à bord libre et l'écran, propres aux haut-parleurs électrodynamiques, peuvent être combinés avec un « moteur » électromagnétique. Mais alors le sommet du cône ne se déplace plus suivant une droite, mais suivant un arc de cercle. Malgré cette cause de déformation divers haut-parleurs électromagnétiques modernes ont été équipés, quant à leurs organes créateurs de sons, comme des haut-parleurs électrodynamiques.

Digitized by Google

ment constant, la bobine mobile se déplaçant, par construction, parallèlement aux faces des pièces polaires. Le haut-parleur électrodynamique reproduit donc avec une grande fidélité toutes les notes du registre des fréquences acoustiques usuelles en T. S. F. (50 à 5.000 périodes par seconde). Mais ce type de haut-parleur n'est pas exempt d'inconvénients dont l'importance d'ailleurs varie suivant les conditions d'emploi de l'appareil.

La nécessité qu'il y a d'exciter l'électro-aimant, créateur du champ uniforme puissant dans lequel doit se trouver la bobine mobile, oblige à disposer d'une source continue à laquelle on demande une puissance de 2 à 6 watts.

Cette source est soit une batterie d'accumulateurs, soit un redresseur de courant alternatif, redresseur dont l'emploi crée des bourdonnements souvent fort désagréables (1). L'excitation des haut-parleurs électrodynamiques est donc une source de complications et de dépenses d'installation et d'entretien supplémentaires. On pourrait songer à remplacer l'électro-aimant d'excitation par un aimant permanent, mais on est amené alors à des poids (10 à 15 kilos) prohibitifs.

D'un autre côté, le haut-parleur électrodynamique n'est pas très sensible. Là par exemple, où un haut-parleur électromagnétique donne une audition derrière un seul étage basse fréquence, un haut-parleur électrodynamique donne des sons d'amplitude nettement insuffisante. Pour attaquer un électrodynamique dans de bonne conditions, il faut le coupler à un amplificateur puissant, employant des lampes spéciales et des tensions plaques élevées. Ces circonstances contribuent encore à compliquer la pratique du haut-parleur électrodynamique et à augmenter dans de fortes proportions le prix des installations qu'il équipe. C'est pour ces raisons que, malgré ses défauts, le haut-parleur électromagnétique s'impose encore pour beaucoup comme haut-parleur d'amateur.

Haut-parleurs électromagnétiques et haut-parleurs électrodynamiques présentent donc avantages et inconvénients. La solution du délicat problème de la réalisation du haut-parleur idéal serait approchée d'assez près si l'on pouvait réunir dans un même appareil les qualités de fidélité du dynamique et celles de simplicité, de bon marché et de sensibilité du magnétique...

Si cette idée est venue comme bien vous le pensez, à nombre de techniciens, sa réalisation pratique vient à peine de voir le jour grâce à de patientes études poursuivies pendant près de trois années par le grand spécialiste américain du haut-parleur, nous avons nommé C.L.Farrand. De cette mise au point prolongée est résulté un nouveau type de haut-parleur que l'on appelle outre Atlantique « l'Inductor Dynamic » et que des techniciens français ont baptisé très heureusement le « Magnétodynamique ». Ce haut-parleur a fait l'objet de diverses communications dans la presse radiotechnique américaine. Il n'en avait pas encore été question dans l'**Antenne**, car, jusqu'à ces dernières semaines on ne le trouvait pas en France.

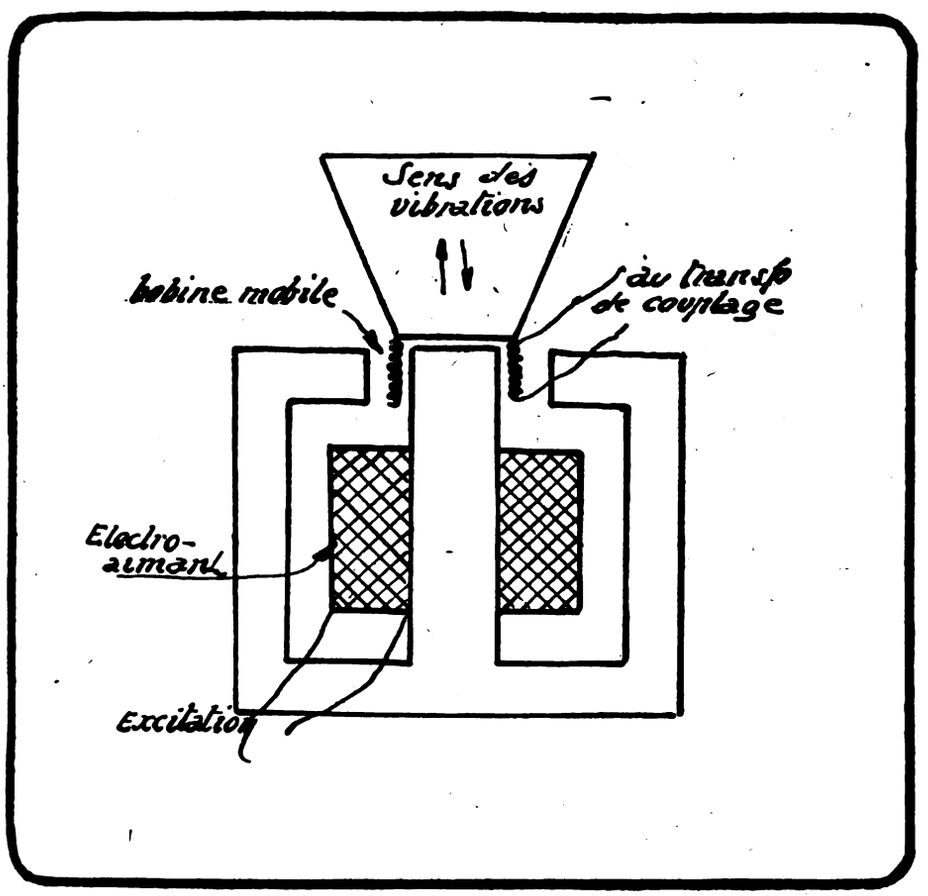


FIG. 1

Depuis un mois environ, le haut-parleur magnétodynamique existe sur notre marché. Nous avons eu l'occasion de l'essayer derrière T. S. F. et derrière pick-up et nous l'avons jugé digne d'être présenté en détails à nos lecteurs.

Soit donc (figure 3) N et S les pôles nord et sud d'un puissant système d'aimants permanents; n1 et n2 sont les pièces polaires nord. s1 et s2 les pièces polaires sud. Ces pièces polaires ont une forme spéciale destinée à produire une concentration du flux dans un espace réduit. Entre n1 et s1 d'une part (en-

(1) Aux Etats-Unis la vogue est aux lampes chauffées indirectement. Ces lampes, comme nous avons eu maintes fois l'occasion de le dire, provoquent des ronflements de secteur et il n'y a pas lieu de se préoccuper, lorsqu'on les utilise sur un poste, de la plus ou moins grande pureté du courant continu d'excitation du haut-parleur qui fait suite au poste. En France, où nous devons bénéficier de l'expérience américaine en la matière, il faut espérer que la solution du chauffage sur l'alternatif sera celle du redressement et du filtrage suivant la technique que nous avons exposée sous sa forme moderne dans les numéros 319 et 322 de *l'Antenne*. Le chauffage en alternatif redressé et filtré ne donne pas de bourdonnements appréciables, il y a donc lieu d'essayer d'éliminer ceux qui peuvent prendre dans le haut-parleur lui-même du fait de son alimentation en alternatif redressé. Cette élimination complique encore, bien entendu l'installation.

Digitized by Google

trefer n1 s1) entre n2 et s2 d'autre part (entrefer n2 s2) existe un champ magnétique uniforme puissant dirigé dans le sens des flèches non empennées de la figure 3. Ce champ uniforme est créé par les aimants permanents qui équipent l'appareil.

Autour de la pièce polaire s1 on enroule une bobine B et autour de n2 une bobine identique B'. Les sens d'enroulement sont tels que B et B' étant mis en série, les champs créés par un courant continu circulant dans ces bobines soient de sens contraire. Nous entendons par là que si le champ créé par le courant continu circulant dans B a le sens de la flèche empennée F, le champ créé par le même courant circulant dans B' aura le sens de la flèche empennée F'.

Supposons qu'un courant continu circule dans les bobines B B' de a vers b (pôle positif de la source branché en a, pôle négatif en b). Dans l'entrefer n1 et s1 le champ dû à l'aimant permanent va se trouver diminué du champ créé par la bobine B (flèche F et flèches non empennées en sens contraire). Dans l'entrefer n2 s2 le champ dû à l'aimant permanent est augmenté du champ créé par la bobine B' (flèche F et flèches non empennées de même sens). Si l'on change le sens du courant continu circulant dans les bobines BB', c'est-à-dire si on lance le courant de b vers a (pôle positif de la source branché en b et pôle négatif branché en a) le champ dans l'entrefer n2 s2 est diminué et le champ dans l'entrefer n1 s1 augmenté.

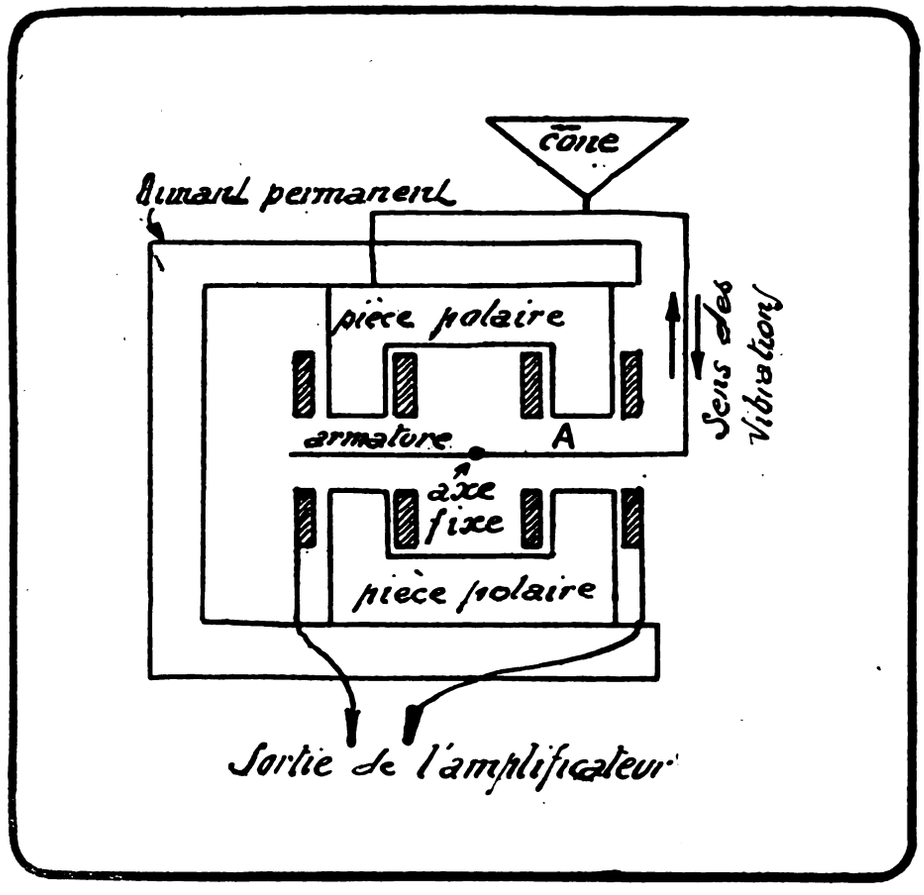


FIG. 2

Si donc on lance un courant alternatif dans les bobines BB' le champ dans l'entrefer n1 s1 sera inférieur au champ dû à l'aimant permanent pendant une demi-période et supérieur pendant la demi-période suivante ; dans le même temps le champ dans l'entrefer n2 s2 sera supérieur au champ dû à l'aimant permanent puis inférieur. Les variations des champs résultants dans les entrefers n1 s1 et n2 s2 sont ainsi décalées de 180° l'une par rapport à l'autre: quand un des champs augmente, l'autre diminue et **vice-versa.**

Dans les entrefers n1 s1 et n2 s2 se trouvent respectivement deux armatures parallélipipédiques A1 et A2 en métal magnétique. Ces armatures sont maintenues éloignées l'une de l'autre par un axe rigide T ; la distance qui sépare ces deux armatures est telle qu'au repos A1 et A2 ne soient pas exactement entre les pièces polaires mais au contraire un peu déportées à droite et à gauche (fig. 3).

Lorsque le flux augmentera dans l'entrefer n2 s2, l'armature A2 qui, comme nous venons de le dire, n'est pas exactement dans cet entrefer, sera attirée latéralement vers lui, de telle sorte qu'un passage de résistance magnétique (réluctance) minimum soit offert au flux. Au même moment l'entrefer n1 s1 diminue son attraction sur A1 puisque le flux diminue dans cet entrefer. Il en résulte que tout l'équipage A1 T A2 se déplace dans le sens de la flèche f, l'axe T glissant sur lui-même.

Cette étude que nous avons voulue très élémentaire, des phénomènes qui se développent dans le dispositif de la figure 3, montre que si un courant téléphonique est lancé dans les bobines B et B' l'équipage mobile A1 T A2 subira des variations latérales de même fréquence. On dispose donc d'un excellent moteur de haut-parleur.

L'axe T qui supporte les armatures A1 et A2 est maintenu en place par des ressorts métalliques plats S1 et S2 qui conservent le centrage de l'axe T tout en autorisant des déplacements latéraux de cet axe. Ces ressorts sont étudiés et réalisés de telle manière qu'il n'y a pas lieu de craindre une résonance propre de l'équipage mobile.

Le sommet du cône (cône à bord libre du modèle « électrodynamique ») est fixé à la tige T au point C.

Il est important dans un haut-parleur magnétodynamique qu'il n'y ait pas de composante continue dans le courant lancé dans les enroulements du haut-parleur magnétodynamique, car alors le champ permanent ne serait plus le même dans l'entrefer n1 et s1 et dans l'entrefer n2 s2; il en résulterait une asymétrie dans les actions des entrefers sur les armatures A1 et A2 et en fin de compte l'introduction d'harmoniques indésirables dans les sons reproduits.

Digitized by Google

Si le haut-parleur magnétodynamique était utilisé derrière push-pull il suffirait de réunir les extrémités a et b des enroulements aux deux plaques et le point de jonction j des enroulements au + haute tension. Suivant le sens des enroulements des bobines B et B' les deux composantes continues renforcent (1) ou au contraire diminuent le champ dû aux aimants permanents; la symétrie est de toutes façons respectée. Le transformateur de sortie est ainsi inutile dans le cas de l'emploi d'un haut-parleur magnétodynamique derrière push-pull.

Le haut-parleur magnétodynamique reproduit aussi bien les notes élevées que les notes basses. Celles-ci ne sont nullement entendues par des artifices de résonance mécanique comme cela s'observe dans beaucoup de types de haut-parleurs électrodynamiques. La résonance du magnétodynamique Farrand est en fait inférieure à 60 périodes. Tout l'équipage mobile (tiges, armatures, ressorts) ne pèse plus que 4,5 grammes alors que la bobine mobile d'un dynamique pèse de 8 à 15 grammes.

D'autre part l'équipage mobile du haut - parleur magnétodynamique Farrand peut subir des déplacements latéraux de l'ordre de 3 mm., ce qui est amplement suffisant pour la reproduction puissante des notes basses.

La sensibilité du haut-parleur magnétodynamique est telle qu'il donne le même volume de son qu'un électrodynamique dont l'excitation est faite sous 10 à 15 watts. C'est-à-dire qu'il est inutile de le monter derrière un amplificateur de grande puissance du modèle que l'on doit utiliser dans le cas d'un haut-parleur électrodynamique. Le haut-parleur magnétodynamique Farrand n'est d'ailleurs très sagement prévu que pour des amplificateurs de petite et moyenne puissances couramment employés par les amateurs: il serait mauvais de le monter à la sortie d'un amplificateur donnant 10 watts modulé par exemple, car on risquerait de détériorer l'équipage mobile

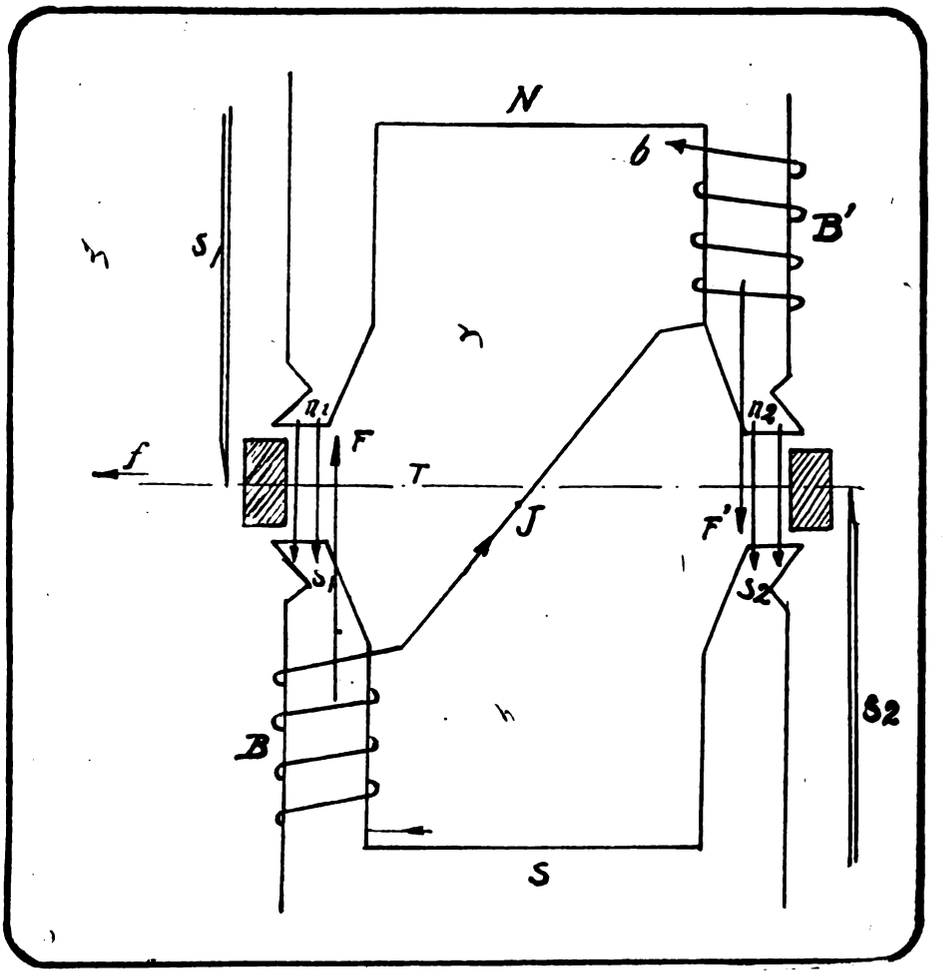


FIG. 3

Comme conclusion nous pouvons donc dire qu'un haut-parleur magnétodynamique est aussi fidèle et aussi puissant qu'un électrodynamique, aussi sensible, aussi simple et aussi économique qu'un électromagnétique.

Paul BERCHÉ

(1) Dans le cas de la figure 3, c'est un renforcement qui se produirait.

Digitized by Google

L'ALUMINIUM

L'Aluminium dans les lignes électriques aériennes

L'emploi de l'aluminium comme conducteur dans les lignes électriques aériennes constitue à coup sûr l'utilisation la plus importante de ce métal dans l'industrie électrique. Il y a environ 25 ans que fut construite en France la première ligne en aluminium; aujourd'hui notre pays en possède une longueur dépassant 20.000 kilomètres. Tel est le chemin parcouru dans cette voie.

Nous voudrions donner ici une idée générale des propriétés de l'aluminium qui ont permis cet éclatant succès.

CONDUCTIBILITE ET DENSITE

L'intérêt de l'aluminium en électricité tient sans doute à sa bonne conductibilité mais cette propriété serait beaucoup moins intéressante si elle ne s'alliait à une légèreté remarquable. C'est la légèreté qui attira l'aluminium, dès sa découverte, l'attention universelle et c'est elle qui est la raison primordiale du développement constant de ses applications. A volume égal le poids de l'aluminium n'est que 35/100 de celui du fer et les 30/100 de celui du cuivre.

Comme la conductibilité électrique de l'aluminium atteint 61/100 de celle du cuivre, on conçoit immédiatement l'allégement considérable que permet, à conductibilité égale, le remplacement d'un conducteur de cuivre par un conducteur d'aluminium. Le rapport des poids de ces 2 conducteurs est en effet égal à :

$$\frac{\text{Poids aluminium}}{\text{Poids cuivre}} = \frac{0{,}30}{0{,}61} = 0{,}5.$$

Ce chiffre montre qu'au seul point de vue de la couductibilité l'aluminium demeure avantageux tant que son prix au kilog. n'est pas supérieur au double de celui du cuivre.

Une étude conparative ne peut toutefois se limiter aux considérations ci-dessus. Dans la construction des lignes de transport d'énergie électrique il est indispensable de tenir compte, en outre, de l'inductance, de la capacité et de l'effet corona. Au point de vue mécanique, la résistance à la traction est de première importance, elle influe sur la hauteur et le nombre des supports et par suite sur le prix de revient de la ligne.

Nous allons examiner successivement ces différents facteurs.

INDUCTANCE

L'inductance d'une ligne triphasée, exprimée en henrys par kilomètre, est donnée par la formule :

$$L = \left[0{,}5 + 4{,}6 \log \frac{d}{r}\right] 10^{-4}.$$

d = distance des conducteurs en cm.
r = rayon du conducteur en cm.

On voit qu'à écartement égal entre les conducteurs le rayon étant plus grand dans le cas de l'aluminium que dans le cas du cuivre, une ligne en aluminium présente une inductance plus faible que la ligne en cuivre de même résistance kilométrique, d'où une chute de tension également plus faible.

CAPACITE

La capacité par fil en farads par km. d'une ligne triphasée s'exprime par la formule :

$$C = \frac{0{,}0242 \times 10^{-6}}{\log. - \frac{d}{r}}$$

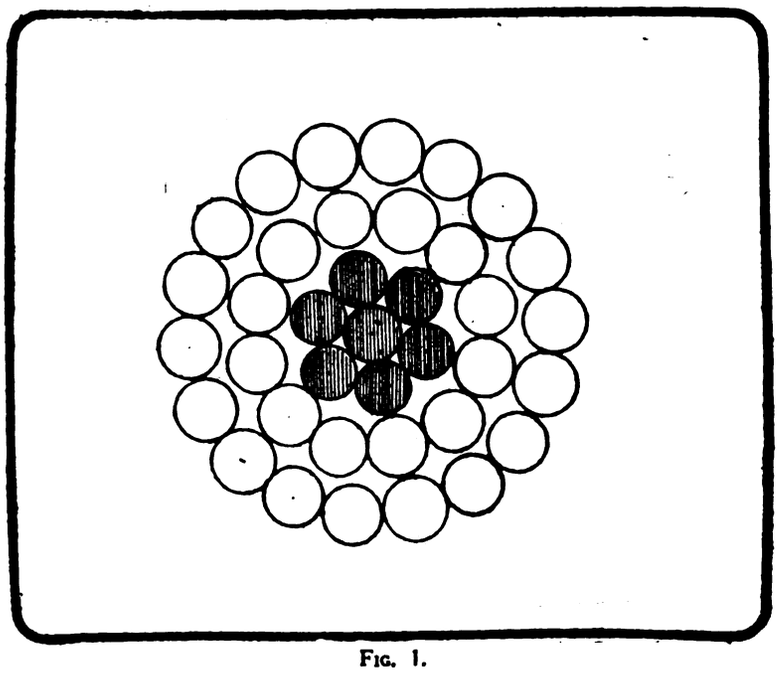


FIG. 1.
Coupe transversale d'un câble d'aluminium-acier à 37 brins
Les brins d'acier sont hachurés

Digitized by Google

d et r ayant la même signification que plus haut. Pour la même distance entre conducteurs la ligne d'aluminium présente une capacité supérieure à celle de la ligne

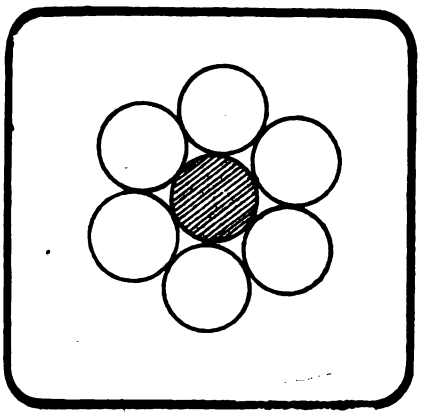


FIG. 2.

Coupe transversale d'un câble d'aluminium-acier
Les brins d'acier sont hachurés

de cuivre de conductibilité égale. Ce fait permet de compenser dans une certaine mesure la chute inductive de tension.

EFFET CORONA

Dès que la tension de service des lignes aériennes devient importante, il se produit une perte d'énergie très sensible à travers l'air dont la rigidité diélectrique devient insuffisante. Ce phénomène s'accompagne d'effluves qui forment autour des conducteurs une couronne lumineuse, d'où le nom « d'effet de couronne » ou « effet corona ».

Les études faites par W. Peeck ont mis en évidence l'existence d'une « tension critique disruptive », à laquelle les pertes d'énergie commencent à se manifester. Cette tension critique a pour expression en kV par rapport au neutre :

$$Ed = 2.303\ k\,\rho\,\delta\,r\,\log\frac{d}{r}$$

Dans cette formule :

k est un coefficient égal à 1 pour les fils lisses et 0,85 pour les câbles.

ρ est la résistance diélectrique de l'air à 25° C sous une pression de 76 cm. de mercure et vaut 21 kV par centimètre.

δ est un coefficient donné par :

$$\delta = \frac{3{,}92\ H}{273 + t}$$

où H est la hauteur barométrique en cm. de mercure et t la température en ° C.

r = rayon du conducteur en cm.

d = distance des conducteurs en cm.

A égalité de conductibilité la tension critique disruptive est plus élevée et par suite les pertes plus faibles pour l'aluminium que pour le cuivre. Cette particularité est excessivement importante dans les lignes à très haute tension. L'influence du rayon sur la valeur de la tension critique est telle qu'avec les conducteurs en cuivre on serait amené à prendre une section surabondante au point de vue conductibilité pour réduire les pertes par effet couronne. L'aluminium, au contraire, permet de satisfaire rationnellement à la fois aux conditions de conductibilité et de pertes diélectriques.

RESISTANCE MECANIQUE

Nous avons signalé l'influence de la résistance mécanique du conducteur sur le prix de revient de la ligne. Or à l'état de fil, ou de câble composé d'un nombre plus ou moins grand de fils, l'aluminium pur a une résistance mécanique relativement faible malgré l'écrouissage qu'il a subi dans sa transformation. Cette résistance qui est de l'ordre de 18 kg: mm² est suffisante dans le cas de lignes dont l'écartement des pylônes est faible ou moyen, mais lorsque les conditions du terrain (franchissement de vallées) ou les conditions économiques (calcul de la portée économique) obligent à écarter davantage les supports, la résistance mécanique de l'aluminium s'avère insuffisante.

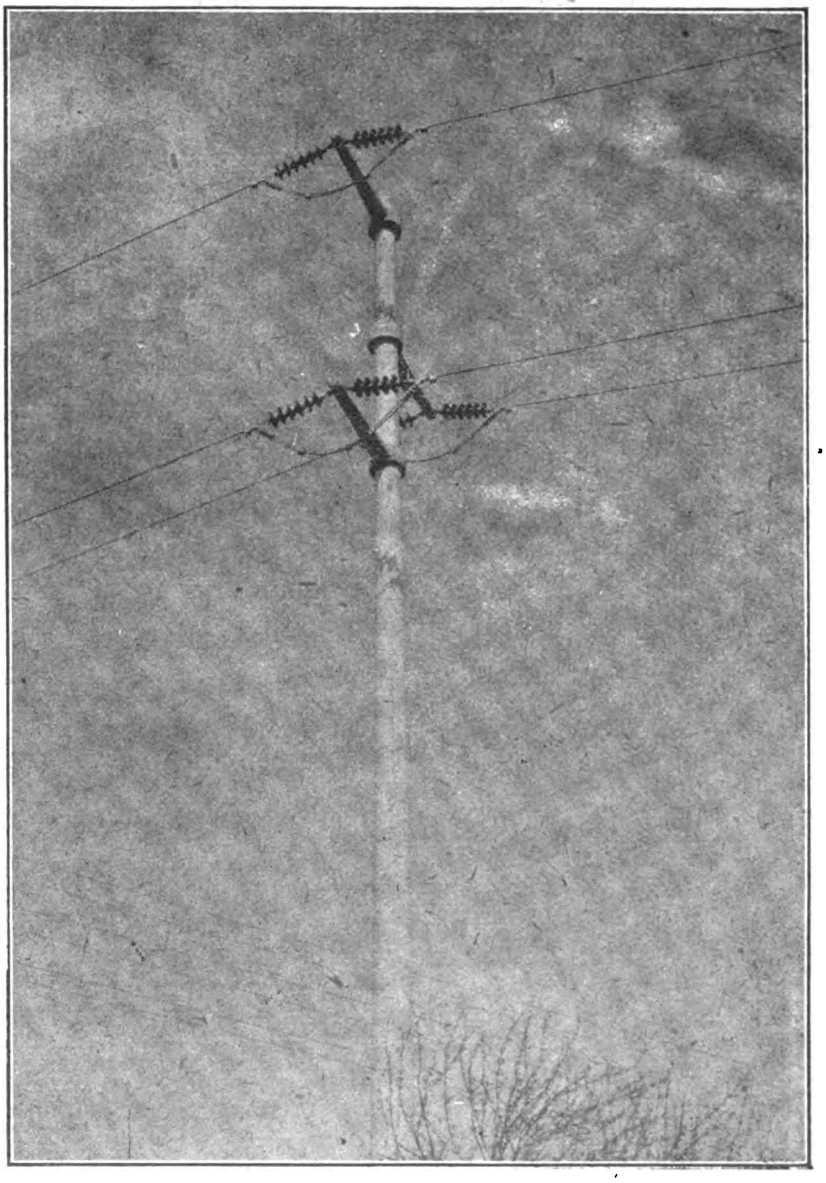


FIG. 3.

Ligne de 60.000 volts en almélec

L'ALUMINIUM ACIER

On a alors imaginé d'allier l'aluminium, métal qui présente le plus faible poids pour une conductibilité donnée, à l'acier le métal résistant par excellence, et on

Digitized by Google

a ainsi réalisé des câbles d' « aluminium-acier », constitués par une âme de un ou plusieurs brins d'acier, recouverte d'un manteau de fils d'aluminium. L'âme joue un rôle purement mécanique, le courant qui la traverse est négligeable; l'aluminium a surtout un rôle électrique mais contribue, dans une certaine mesure, à la résistance mécanique de l'ensemble. On dispose ainsi d'un matériau excessivement intéressant s'adaptant très facilement aux exigences les plus diverses de la construction des lignes grâce à la possibilité d'agir

a) le câble à 7 brins de même diamètre avec âme constituée par un fil d'acier.

b) le câble à 37 brins de même diamètre avec âme constituée par 7 brins d'acier.

Les proportions des 2 métaux sont les suivantes :

En volume :

	a	b
Acier	16,66	23,4
Aluminium	100	100

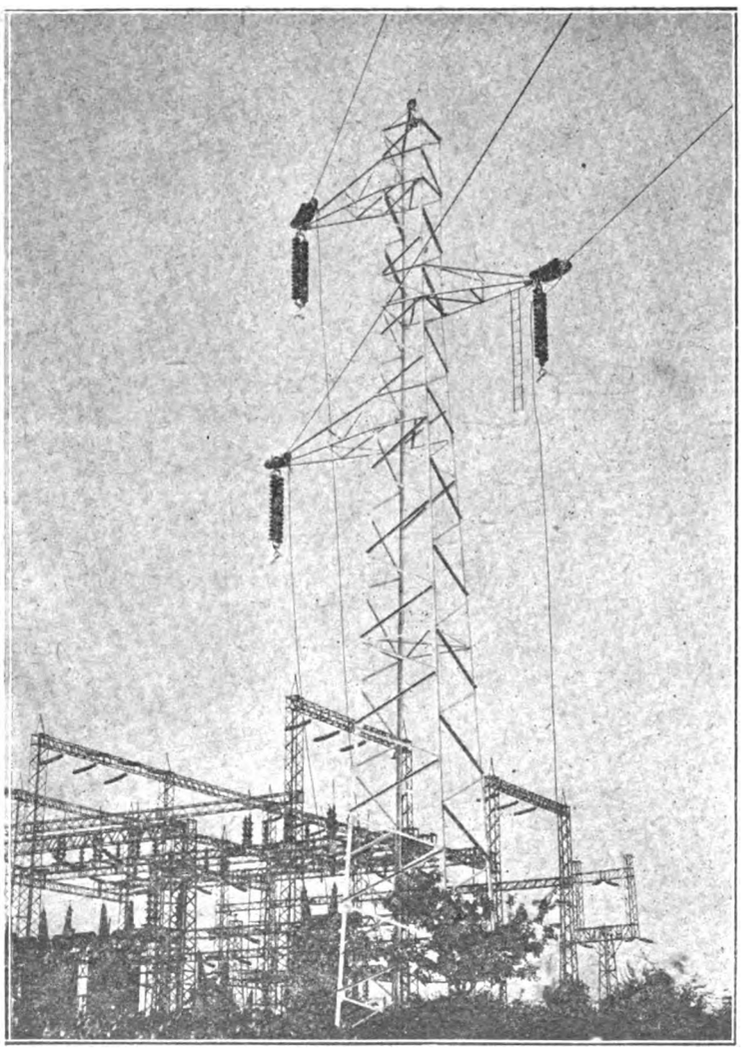


FIG. 4.

Montage d'une ligne de 150.000 volts
3 conducteurs d'aluminium-acier

séparément sur sa résistance mécanique et sur sa conductibilité. On peut en effet faire varier la proportion d'acier pour réaliser la résistance mécanique imposée. En pratique, sauf dans des cas très spéciaux, on se limite à 2 types normaux.

En poids :

Acier	48	67,5
Aluminium	100	100

Pour simplifier les calculs on a assimilé chaque type de câble à un conducteur fictif homogène ayant une conductibilité et une densité particulières. Au point de vue mécanique, la question paraît difficile en raison des différences entre les coefficients de dilatation et les modules d'élasticité des métaux associés, elle est rendue très simple par le fait toujours constaté qu'il existe entre les fils d'acier et ceux d'aluminium une adhérence très grande qui empêche tout glissement des uns par rapport aux autres; l'ensemble se comporte donc comme un conducteur homogène. Il a alors été facile d'établir pour chaque type de câble mixte les caractéristiques physiques et mécaniques du métal homogène fictif et on possède ainsi tous les éléments nécessaires pour le calcul des conducteurs et de leurs supports.

On a d'abord craint que la présence d'un noyau magnétique n'augmente la self induction du câble, des essais ont prouvé que cette crainte était vaine. Pour assurer sa conservation l'âme d'acier est galvanisée et on n'a jamais constaté qu'une électrolyse soit à craindre entre l'aluminium et le zinc sous l'action de l'humidité.

L'ALMELEC

Malgré les qualités de l'aluminium-acier, on a cherché à réaliser un alliage d'aluminium qui, tout en gardant la légèreté et autant que possible la bonne conductibilité de ce métal présenterait une résistance mécanique supérieure. Les recherches effectuées dans ce sens ont abouti il y a quelques années: la Cie des Produits Chimiques et Electro-Métallurgiques Alais, Forges et Camargue a mis au point un alliage aluminium-magnésium-silicium dénommé « Almelec » qui, tout en présentant une résistance mécanique presque double de celle de l'aluminium (35 kg. mm²) garde une conductibilité égale à 92 % de celle de ce dernier et une densité égale. Ces résultats remarquables sont obtenus par des traitements thermiques de l'alliage, comparables à ceux que subissent certains aciers. Grâce à sa grande résistance mécanique sous un faible poids, l'almélec permet, à égalité de sécurité, d'employer ou des flèches plus réduites d'où des supports moins hauts et moins coûteux, ou des portées plus grandes c'est-à-dire un nombre de supports plus réduits.

Nous avons rassemblé dans le tableau ci-après toutes les caractéristiques et points de comparaison dont nous venons de parler. Les propriétés de l'aluminium correspondent au métal écroui tel qu'il entre dans la construction des fils et des câbles conducteurs.

Digitized by Google

PROPRIÉTÉS	CUIVRE écroui	ALUMINIUM écroui	ALUMINIUM-ACIER		ALMELEC
			7 brins	37 brins	
Densité	8,95	2,70	3,43	3,67	2,70
Résistivité à 20° en microhm cm. par cm²	1,73	2,845			
Conductibilité électrique relative	100	60 à 61	51 à 52	49 à 50	54 à 55
Coefficient de dilatation linéaire	16×10^{-6}	23×10^{-6}	$18,2 \times 10^{-6}$	$17,25 \times 10^{-6}$	23×10^{-6}
Char de rupture kg/mm²	42	18 à 20	29	32	35
Limite d'élasticité kg/mm²	24	11 à 12	16	17 à 18	23
Module d'élasticité	13.000	6.500	7.850	8.680	6.500
Résistance kilométrique à 20° d'un câble de S mm² de section en ohms	$\frac{17,3}{S}$	$\frac{28,45}{S}$	$\frac{33,4}{S}$	$\frac{35,2}{S}$	$\frac{31}{S}$
Rapport des sections à égalité de conductibilité	1	1,66	1,95	2,05	1,8
Rapport des diamètres à égalité de conductibilité	1	1,29	1,4	1,43	1,34
Rapport des poids à égalité de conductibilité	1	0,5	0,73	0,835	0,54
Rapport des charges de rupture à égalité de conductibilité	1	0,78	1,34	1,56	1,5
Tension critique disruptive à égalité de conductibilité (câble de cuivre de 105 m/m² ligne à 120.000 volts, portée de 300 m.)	n volts	$1,30 \times n$		$1,36 \times n$	$1,29 \times n$

COMPARAISON ECONOMIQUE ENTRE LES DIFFERENTS METAUX

La simple comparaison des cours ne permet pas, à priori, de dire quel sera le plus avantageux parmi les matériaux possibles: cuivre, aluminium, aluminium-acier, almélec. Aux facteurs déjà nombreux que nous avons examinés: conductibilité, inductance, capacité, effet Corona, résistance mécanique s'ajoutent d'autres considérations: coût des supports, des isolateurs, de l'appareillage de ligne, profil de la ligne, valeur des terrains traversés, qui font de chaque calcul de ligne un cas d'espèce.

L'étude économique d'un réseau, en particulier d'un réseau à haute tension, est une opération laborieuse mais indispensable pour déterminer non seulement le métal le plus économique, mais aussi pour ce métal, la portée optimum.

Toutefois la supériorité de l'almélec et de l'aluminium-acier est à peu près indiscutable aux très hautes tensions. Leur légèreté jointe à une résistance mécanique élevée, permet en effet une réduction sensible du nombre de supports et par suite une diminution du nombre d'isolateurs, objets très coûteux et assez fragiles pour les tensions élevées.

CONCLUSION

Les constructeurs de réseaux possèdent avec l'aluminium, l'aluminium-acier et l'almélec, des matériaux pouvant techniquement satisfaire à toutes les exigences d'ordre mécanique et électrique. Cette justice est d'ailleurs maintenant rendue aux métaux légers, mais si depuis longtemps il est fait dans les cahiers des charges une part égale au cuivre et à l'aluminium, ce dernier a eu besoin d'un assez grand nombre d'années pour faire la preuve de ses qualités et surtout pour vaincre la routine des exploitants. Il est intéressant de noter que la première ligne française en aluminium a été construite en 1904 et c'est seulement en 1917 que fut posée la première ligne d'aluminium-acier. Aujourd'hui de telles lignes sont devenues extrêmement communes et la considération économique, le plus souvent favorable à l'aluminium, tend de plus en plus à déterminer seule la nature du conducteur. C'est un état d'esprit dont il faut se réjouir car tandis que nous importons à grands frais tour le cuivre que nous consommons, nous produisons au contraire tout l'aluminium nécessaire à nos besoins. L'exploitant qui construit ses lignes en aluminium accompli donc un devoir patriotique en même temps qu'il réalise une bonne affaire.

Digitized by Google

ÉCLAIRAGE

Appareils d'Éclairage

par PAGÈS

Le problème des appareils d'éclairage est un problème moderne. Du temps de nos ancêtres il ne se posait pas encore. Ils utilisaient des sources lumineuses, chandelles, bougies, lampes à huile dont l'éclat était trop faible pour qu'il soit besoin de l'atténuer et si on disposait parfois devant elles des écrans, c'était uniquement dans un but décoratif. Il en a été ainsi jusqu'à la fin du XVIIIe siècle et ce n'est que dans ces toutes dernières années, tout d'abord avec les manchons Auer, puis avec les lampes à incandescence que l'on a commencé à utiliser de façon plus rationnelle la lumière.

Les qualités que doit remplir un appareil d'éclairage, en dehors de toute considération esthétique sont les suivantes :

1° Réaliser un éclairement suffisamment uniforme et suffisamment intense de la région utile.

2° Éviter l'éblouissement.

3° Ne pas donner d'ombres trop accentuées.

4° Ne pas nécessiter trop d'entretien.

Nous avons déjà expliqué dans des articles précédents la nécessité d'un éclairage uniforme.

Nous savons que l'ouverture de notre pupille est fonction de l'éclairement. Si nous disposons dans notre champ visuel de plages lumineuses diversement éclairées. il en résultera que l'œil sera forcé d'accommoder très souvent et finira par se fatiguer.

L'éblouissement est un phénomène physiologique très complexe. Il dépend à la fois de la brillance de la source lumineuse et de la quantité de lumière émise dans la direction considérée. On ne peut pas donner de chiffre limite pour la brillance, car elle dépend en grande partie de l'éclairement des objets environnants. Un phare d'auto par exemple est supportable pendant la journée et devient intolérable la nuit. On peut admettre cependant que les brillances supérieures à 0,5 bougie décimale par centimètre carré à peu près celle de la flamme d'une bougie ordinaire sont gênantes et si l'on doit constamment regarder la source lumineuse, il est même préférable de ne pas dépasser 0,1 à 0,2 bougie par centimètre carré.

L'éblouissement peut être également produit après réflexion et diffusion des rayons lumineux sur une surface polie ou mate, c'est ce qui a lieu notamment lorsque nous nous éclairons avec une lampe de bureau mal disposée et surtout si nous travaillons sur du papier glacé bon réflecteur.

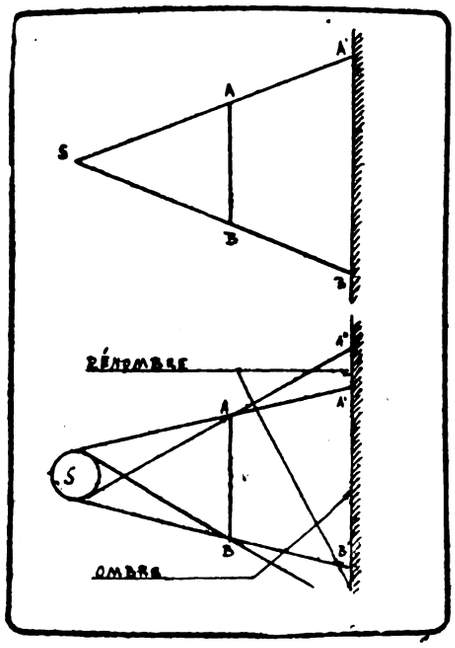


Figure 1

Pour éviter l'éblouissement, il existe 2 moyens :

1° Mettre la source lumineuse hors de la vue de l'observateur ; on y arrive facilement avec un bon réflecteur suffisamment profond et en évitant que l'œil ne soit frappé directement par les rayons réfléchis.

2° Utiliser la source lumineuse dans un diffuseur de dimensions suffisantes pour qu'en tous les points la brillance soit inférieure aux valeurs que nous avons indiquées.

Avec cette deuxième solution,la troisième condition que nous avons donnée pour les appareils d'éclairage — ne pas avoir des ombres trop accentuées — est toujours remplie en effet, si nous considérons le cas limite où la source lumineuse est réduite à un point, les objets par exemple comme la droite de la figure 2 auront des ombres à contours nets ; si au contraire on dispose d'une source d'une certaine dimension, une sphère, par exemple, l'ombre portée par la droite considérée précédemment sera entourée d'une zone de pénombre, tel sera le cas des diffuseurs. Lorsque les rayons lumineux arrivent de tous les côtés comme c'est le cas dans les éclairages indirects, les ombres disparaissent complètement et on a l'éclairage idéal pour les bureaux de dessin mais, alors on ne peut plus apprécier les volumes, les objets apparaissent sans relief et les œuvres d'art, les statues perdent toute valeur.

Réflecteurs.

Si nous considérons un rayon lumineux frappant une surface plusieurs cas peuvent se produire :

1° Il est réfléchi dans une direction faisant avec la normale à la surface un angle égal à celui fait par le rayon incident. C'est le cas de la réflexion régulière. L'intensité du rayon réfléchi est toujours inférieure à celle du rayon incident. Le rapport de ces deux valeurs s'appelle le coefficient de réflexion de la surface, il varie avec la longueur d'onde. Tel est le cas des métaux polis, du verre argenté, etc.

2° Il est réfléchi dans un certain nombre de directions mais de préférence dans celle correspondant à la réflexion régulière. La surface est dite semi-mate. Tel est le cas d'un grand nombre d'enduits, de peinture, de la tôle émaillée, etc.

Digitized by Google

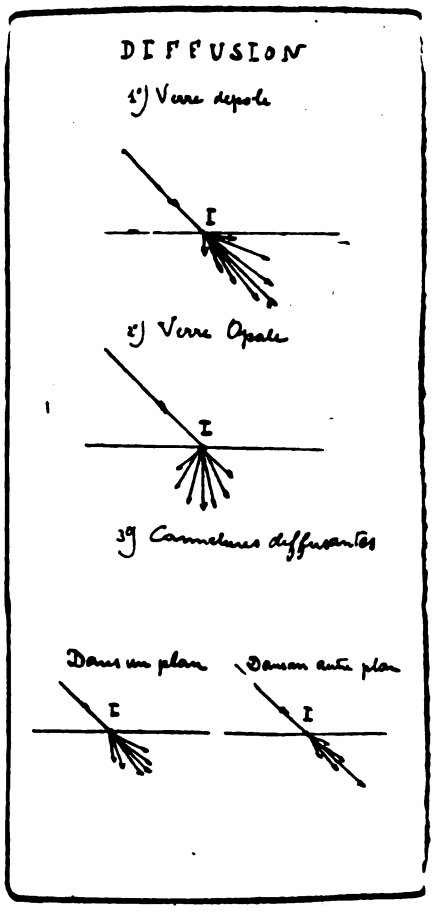


Figure 2

3° Enfin, il peut être réfléchi dans toutes les directions, la surface est dite diffusante. Parmi les meilleures surfaces diffusantes on peut citer le papier buvard, l'opale dépoli, le verre sablé, l'aluminium brossé, etc. Si la lumière diffusée est répartie de façon telle que la surface paraisse d'égale brillance dans toutes les directions, on dit qu'elle constitue un diffuseur parfait.

A ces trois phénomènes correspondent trois classes d'appareils bien diffusants.

a) Ceux utilisant les réflexions régulières peuvent, bien calculés, constituer des appareils rationnels donnant un éclairement suffisamment uniforme et très large de la surface utile.

Ils sont, soit en métal poli, soit en verre argenté. Les métaux les plus utilisés sont l'aluminium et ses alliages, duralumin, etc., l'argent, le chrome et le nickel déposés électrolytiquement sur un support métallique qui est en général du laiton ou du cuivre rouge. Ces corps peu teintés sont les moins sélectifs des métaux usuels. Sur la figure 3 nous avons indiqué les variations du facteur de réflexion en fonction de la longueur d'onde pour quelques métaux; nous voyons que ce facteur de réflexion pour l'argent et le nickel est presque constant et pourtant un peu meilleur pour le rouge que pour le bleu, ceci suffit pour teinter la lumière réfléchie légèrement en jaune. Les réflecteurs argentés ou nickelés donneront donc une lumière plus éloignée de la lumière du jour que celle des lampes à incandescence. Au contraire, le chrome donnera une lumière bleutée.

La sélectivité du cuivre, du bronze, des laitons, etc., est une des raisons qui s'oppose à leur utilisation. Nous voyons également sur la figure 4 que le coefficient de réflexion de l'argent est supérieur à celui du nickel ; ceci n'est exact qu'au début, l'argent se ternissant très rapidement. On peut remédier à ce défaut en recouvrant la surface argentée d'un vernis transparent,mais on abaisse ainsi le coefficient de transmission. L'ensemble reste cependant très fragile et ne peut guère être employé que dans des cas particuliers comme dans les phares d'auto.

De tous les métaux le chrome est celui qui garde le mieux ses propriétés optiques. L'aluminium et ses alliages se recouvrent presque instantanément, d'une couche d'alumine qui les protège ultérieurement contre la corrosion,mais qui, malheureusement est assez diffusante et de rendement médiocre.

Dans le tableau ci-contre on indique quelques coefficients de réflexion et leur diminution après usage ; ces nombres ne sont valables que lorsque les appareils sont utilisés dans des conditions normales. Lorsqu'ils sont soumis à l'action de vapeurs acides (cas de certains ateliers) ou au bord de la mer à l'air humide et salin la diminution de rendement est beaucoup plus rapide et plus forte et ne peut plus se chiffrer. Les dépôts électrolytiques de chrome, seul, résiste assez bien dans ces conditions mais c'est alors le support qui est attaqué, il faudrait pouvoir employer des réflecteurs en chrome pur qui sont malheureusement trop coûteux.

NATURE DE LA SURFACE REFLECHISSANTE	RENDEMENT			DIMINUTION DE RENDEMENT EN °/o	
	Avant usage	Après 4 mois d'usage	Après 4 m. d'usage et nettoyage	Après 4 mois d'usage	Après 4 mois d'usage et nettoyage
Métal argenté	0,81	0,56	0,69	31 °/o	14 °/o
Aluminium poli.....	0,76	0,64	0,70	16	9
Métal chromé	0,67	0,50	»	12	»
Métal nickelé	0,65	0,53	0,57	19	14

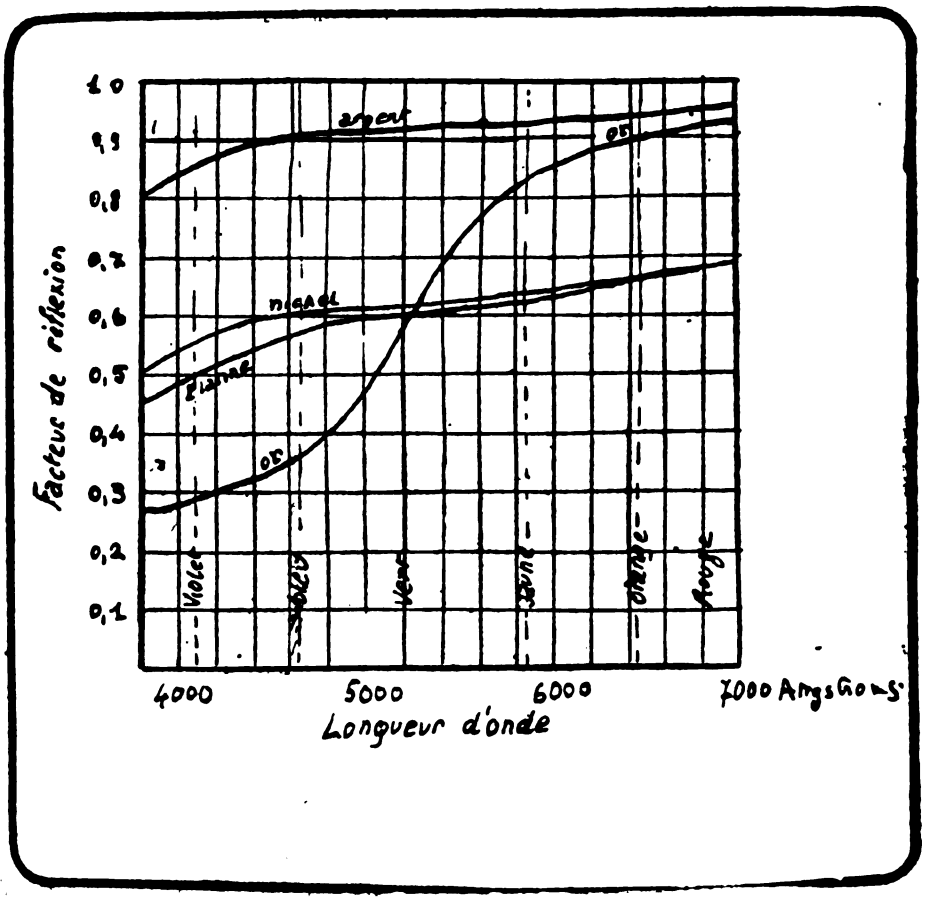


Figure 3

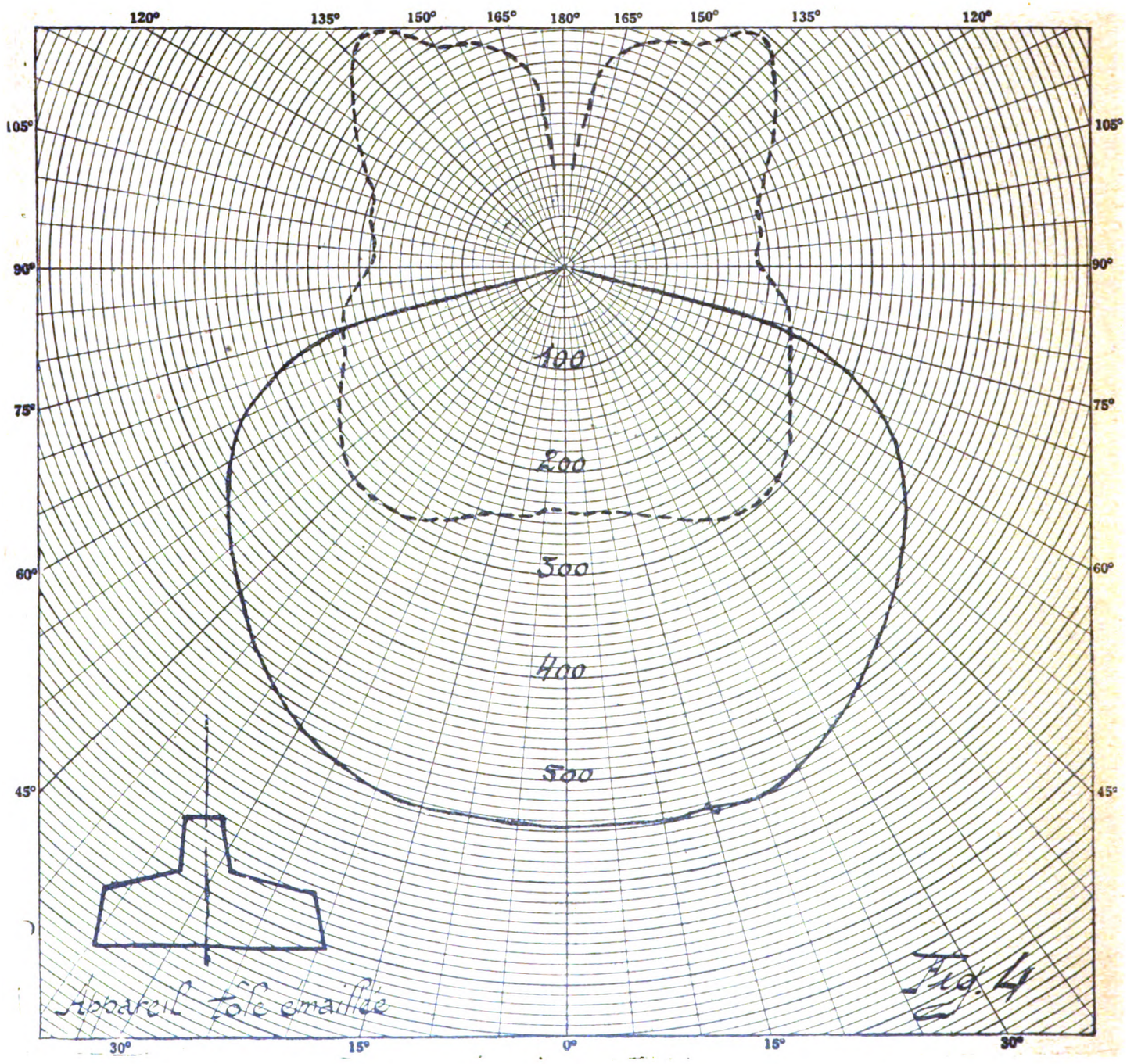
Digitized by Google

Le verre argenté ne présente pas ces inconvénients Le verre est un des corps résistant le mieux aux différents agents et il n'est guère attaqué que par l'acide fluorhydrique ; l'argenture, par contre, est très fragile. Dans les miroirs on se contente de la protéger contre l'oxydation de l'air et les éraflures par un vernis. Dans les appareils d'éclairage on dépose sur l'argenture électrolytiquement une couche de cuivre autant que possible non poreuse et on recouvre le tout d'une ou deux couches de vernis.

Préparé ainsi,l'appareil devrait avoir une très longue durée; les miroirs faits avec moins de soins conservent leurs propriétés réfléchissantes pendant plusieurs siècles. Malheureusement, cet appareil est porté à une température assez élevée qui peut atteindre 100 à 150° par la ou les lampes qu'il renferme. Or, le verre et l'argent ont des coefficients de dilatation très différents. On passe de 350 à 1200×10^{-6} par millimètre et par degré pour le verre ; à 2080×10^{-8} pour l'argent.

On peut donc dire que la couche d'argent va se dilater environ deux fois plus que le verre. Pour un appareil dont la génératrice a une longueur de 20 centimètres, on aura à 100° entre l'argent et le verre une différence de longueur de 0,2 mm. Il se produit, par suite, un décollement et un écaillage de la couche d'argent qui permet à l'air de s'introduire et d'oxyder de suite l'argenture. Pour diminuer cet inconvénient on serait conduit à prendre des verres à grand coefficient de dilatation, contrairement à ce que prétendent certains constructeurs, mais ces verres résistent très mal aux variations de la température.

Actuellement on utilise du cristal (verre à base de silice, potasse et plomb) qui donne à peu près satisfaction. Comme nous l'avons vu précédemment, l'argent est légèrement sélec-



Digitized by Google

tit et de même que pour les réflecteurs argentés la lumière émise par ces appareils serait légèrement plus jaune que celle de la lampe nue.

Le rendement de l'ensemble est environ de 80 %.

Ces appareils sont en général en verre soufflé, quelquefois en verre moulé. Enfin, certains d'entre eux sont formés par des assemblages de petits miroirs plans disposés de façon à donner la répartition demandée.

b) Les appareils en tôle émaillée constituent à eux seuls la deuxième classe de réflecteurs. Ils sont formés de tôle d'acier emboutie, recouverts d'une couche d'émail vitrifiée. On peut considérer cet émail comme du verre opale en contact intime avec le fer.

Un pinceau de lumière tombant en un point de cette couche émaillée se partagera en deux parties ; une première partie de plus en plus importante à mesure que l'incidence augmentera se réfléchira régulièrement à la surface ; l'autre partie pénétrera dans la couche d'émail et sera diffusée dans toutes les directions. Il faut donc que cet émail soit suffisamment épais ou suffisamment dense pour qu'aucun rayon n'atteigne le fer où il serait absorbé.

Suivant les qualités de l'émail, ces appareils présentent de grandes différences au point de vue du rendement. Ceux qui paraissent les plus blancs sont les meilleurs.

La forme de l'appareil est plus importante au point de vue de l'absorption qu'au point de vue photométrique. Par suite de la diffusion des parois, une partie de la lumière vient refrapper le réflecteur pour y être de nouveau diffusée et, en partie, absorbée. Il en résulte que plus le réflecteur est profond et plus le flux sur lequel il travaille est élevé, moins bon sera le rendement. Pour diminuer l'absorption, on a été conduit à enfoncer peu la lampe ; le flux direct est considérable et l'appareil laissant la lampe visible devient éblouissant. On remédie en partie à cet ennui en dépolissant où en émaillant la partie inférieure de l'ampoule.

Actuellement presque tous ces réflecteurs sont formés d'un cône de très grande ouverture terminé par une autre portion tronconique très inclinée sur l'horizontale et assez courte. Ils servent seulement à récupérer le flux hémisphérique supérieur qui serait perdu sans eux. Comme nous le voyons sur la figure 5, ce sont des appareils plutôt concentrants.

Pour avoir un éclairement uniforme, on ne peut les écarter que d'une fois à une fois et demie leur hauteur de suspension.

A cause de leur faible prix, ils sont utilisés pour l'éclairage des ateliers.

c) Ce sont surtout des appareils en aluminium brossé, repoussé ou embouti. De même que pour les réflecteurs en tôle émaillée, il faut éviter de leur donner une forme trop profonde. Ils sont employés pour les lampes de bureau, quelquefois pour l'éclairage industriel.

Diffuseurs.

Après avoir examiné le cas des différents réflecteurs, nous allons maintenant examiner les diffuseurs.

Le seul corps rentrant dans leur fabrication est le verre sous trois formes différentes.

1° Verre dépoli.

Dans l'éclairage on utilise deux dépolissage différents.

a) A l'acide fluorhydrique naissant obtenu par l'action de l'acide sulfurique sur du fluorhydrate de potassium en présence du verre.

b) Par sablage de la surface.

Dans les deux cas la surface lisse du

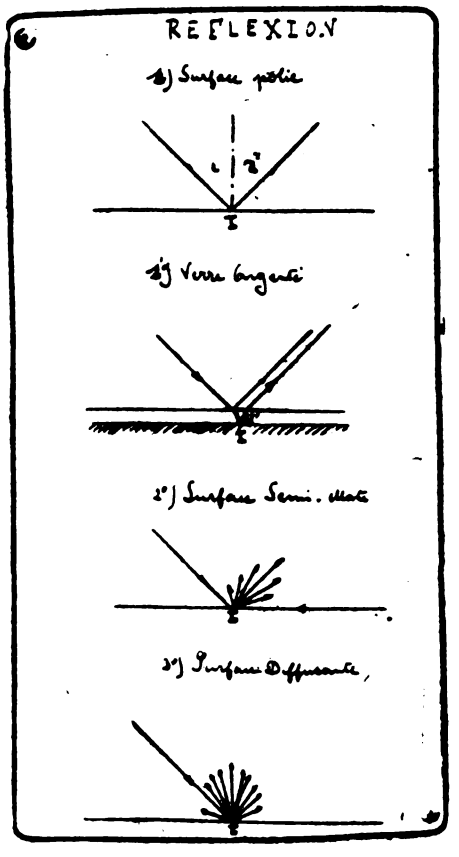


Figure 5

verre sera remplacée par une surface rugueuse. Si nous considérons un pinceau de lumière parallèle tombant sur une telle surface l'angle d'incidence va varier d'un point à un autre et par suite la direction du rayon émergeant il va passer cependant plus de lumière dans la direction correspondant au rayon incident que dans les autres. Il n'est pas indifférent que la face dépolie du verre soit tournée du côté de la lampe ou du côté extérieur. Si elle l'est du côté extérieur, une partie de la lumière passant d'un milieu plus réfringent dans un milieu moins réfringent subira, lorsque l'angle dans le verre sera supérieur à l'angle limite, la réflexion totale et revenant dans le verre elle sera en partie absorbée. Lorsque l'on fait des mesures de rendement, on trouve qu'une sphère dépolie intérieurement absorbe 3 à 4 % de moins que lorsqu'elle est dépolie extérieurement. C'est pour cette raison que les Compagnies de lampes ont créé la lampe dite « perle », dépolie intérieurement.

Le dépolissage au sable est toujours plus brutal que le dépolissage à l'acide que l'on peut régler à volonté en faisant varier, soit la composition du bain, soit le temps d'attaque.

L'ennui des appareils dépolis est d'être salissants. La poussière pénètre dans les interstices du verre et il est très difficile de les nettoyer même en les brossant ; il faut les laver.

2° Verre opale.

Si on regarde avec un microscope ayant un fort grossissement un morceau de verre opale, on aperçoit mélangé à la masse vitreuse une multitude de petites sphères de petits cristaux dont l'indice de réfraction est différent de celui du restant de la masse. Un rayon lumineux rencontrant une de ces particules va être dévié de son chemin. Ces particules ont des dimensions du même ordre de grandeur que les longueurs d'onde des radiations visibles, c'est-à-dire de 0,4 à 0,7 η.

Si elles sont très petites, elles laisseront passer librement les radiations de grandes longueurs d'onde — le rouge et l'orange — et diffuseront le bleu et le vert. Un tel opale apparaîtra rouge par transparence ; on trouve des verres de cette sorte qui transmettent directement 70 % de lumière rouge et seulement 20 % de lumière bleue.

Pour que l'opale puisse être uilement employé en éclairage il faut qu'il ne soit pas sélectif, c'est-à-dire que les particules qu'il contiendra aient une diminution d'environ 1 η.

De nombreux corps peuvent rendre le verre opalescent. Parmi les plus utilisés on peut citer la cryolite fluorure double d'aluminium et de soude, des phosphates, des sulfates, etc.

Si nous considérons un pinceau de lumière parallèle tombant sous une certaine incidence sur du verre opale, il va se diviser en 2 autres, l'un se réfléchira à la surface comme dans le cas de la tôle émaillée, l'autre traversera la plaque d'opale et ressortira diffusé dans toutes les directions. Suivant la densité de l'opale et l'inclinaison du faisceau incident, la proportion de lumière réfléchie et de lumière transmise variera dans de grandes limites.

On utilise cette propriété des opales denses de réfléchir assez bien la lumière pour en fabriquer des réflecteurs. Ils ont, soit une forme analogue aux appareils en tôle émaillée, soit une forme profonde et sont utilisés pour l'éclairage industriel ou l'éclairage de bureau.

Digitized by Google

Les diffuseurs en verre opale que l'on rencontre dans le commerce ont des aspects très variés. Ils se valent à peu près tous. Leur courbe photométrique se rapproche beaucoup d'une sphère. Elle est assez facile à déterminer *a priori*, l'intensité dans une direction étant, dans le cas où l'appareil est d'égale brillance, proportionnelle à sa surface apparente. Ils sont souvent en verre blanc soufflé, doublé d'une couche très mince d'opale dense ; on en fabrique également de très bons en verre opalisé dans toute la masse. Ces derniers présentent même l'avantage de diffuser et d'absorber également la lumière sur toute leur surface tandis que pour les appareils en verre doublé par suite de la variation d'épaisseur de la couche d'opale d'un point à un autre il en résulte des différences de propriétés optiques et d'aspect.

Le rendement dépend de la qualité du verre utilisé ; il varie de 60 à 85 %. Leur coefficient d'utilisation est médiocre ; la plus grande partie du flux lumineux émis étant dirigé vers le plafond et vers les murs et n'atteignant le plan utile qu'après une ou plusieurs réflexions.

Quelquefois ces diffuseurs sont ouverts à la partie inférieure et fonctionnent en partie comme réflecteurs et en partie comme diffuseurs.

3° Verre strié.

Si l'on couvre la surface du verre de stries, de petites sphères, de petites pyramides, etc., la lumière pourra être diffusée dans toutes les dimensions ou au contraire de préférence dans certai plans.

Tel est le cas pour les verres imprimés. La diffusion n'est pas complète et contrairement à ce qui se passe avec le verre opale, une lampe électrique placée derrière le verre imprimé reste visible. Dépolis, ces verres deviennent de meilleurs diffuseurs. C'est surtout dans cet état qu'ils sont utilisés sous forme de verres moulés pour faire des lustres qui peuvent être d'un bel effet artistique (Sabins, Lalique, etc.).

Au point de vue de l'éclairagiste, ce sont toujours des appareils d'un mauvais rendement. On utilise également pour des éclairages d'art, la silice fondue. Dans ce cas la diffusion est produite par des bulles d'air très petites incluses dans la masse et qui jouent le rôle des particules de l'opale.

Mélange de réflecteurs et de diffuseurs

Comme nous l'avons vu, le réflecteur utilisé seul doit être éblouissant. Aussi diffuse-t-on la lumière émise avec une coupe en opale ou plutôt en verre soufflé et dépoli.

Il est difficile d'obtenir avec cet ensemble une bonne courbe photométrique car, si l'on a une coupe très diffusante, la répartition lumineuse obtenue avec le réflecteur est complètement perdue. On se contente, en général, d'une solution moyenne, une coupe peu dépolie diminuant l'éblouissement et permettant de conserver une répartition lumineuse rationnelle.

Verreries prismatiques

Inventées par M. Blondel en 1893, elles ont constitué les premiers appareils d'éclairage rationnels. Elles agissent soit, par réfraction, soit par réflexion totale.

Considérons un prisme d'indice n et d'angle au sommet A un rayon S I tombant sous une incidence i pénétrera dans le verre en faisant avec la normale en I à la face d'entrée un angle r plus petit que i. Les angles i et r sont liés à l'indice n par la vieille loi de Descartes :

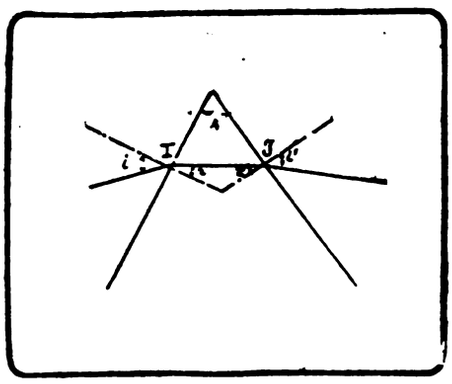


Fig. 6.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

Le rayon considéré va rencontrer en I J l'autre fin du prisme sous un angle r' qui est lié à l'angle r et à l'angle A par la relation évidente

$$A = r + r'$$

Si l'angle r' est petit, le rayon va sortir en s'écartant de la normale en J et en faisant avec elle un angle i' tel que

$$n \sin r' = \sin i'$$

Lorsque r' augmente, i' croît également jusqu'à ce qu'il devienne égal à

$$\frac{\pi}{2}$$

A ce moment le rayon émergeant sort tangeant à la face de sortie du prisme et l'angle r' prend la valeur

$$\sin r' = \frac{\sin i'}{n} = \frac{\sin \frac{II}{2}}{n} = \frac{1}{n}$$

Cet angle r' s'appelle l'angle limite. Pour n = 1,51, valeur moyenne de l'indice pour les verres ordinaires on a $r' = 41°, 49'$

Au-dessous de cette valeur, aucun rayon ne peut sortir du verre, il se réfléchit en suivant les lois ordinaires de la réflexion mais avec cette différence, avec les miroirs, que le phénomène a lieu sans absorption. On dit qu'il y a réflexion totale.

En réalité, même lorsque l'angle dans le verre est inférieur à l'angle limite, il y a une portion de la lumière qui réfléchit, portion qui va en croissant parce que r' augmente pour atteindre 100 % lorsque r' est égal à l'angle limite.

Considérons en particulier un prisme isocèle d'angle au sommet égal à 90°, un rayon incident perpendiculaire à la face A G (figure 7) va entrer dans le prisme sans être dévié et va atteindre

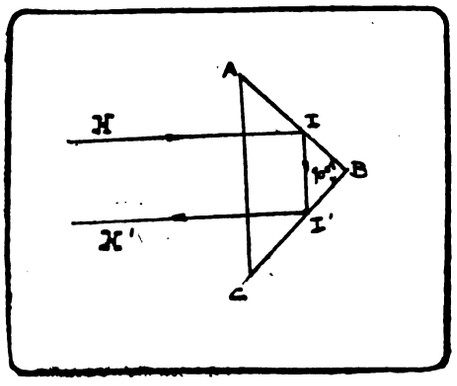


Figure 7

la face A B sous un angle, dans le verre, égal à 45°.

Si l'indice du verre est supérieur à

$$n = \frac{1}{\sin 45°} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} = 1.4142$$

le rayon va subir la réflexion totale et prendra la direction II' faisant un angle de 90° avec sa direction primitive. Il en sera de même en I' et il sortira suivant I' H', parallèle à sa direction initiale. Tout se passera donc comme si on avait en A G un petit miroir.

Au lieu d'avoir un prisme droit, on peut l'incurver suivant un certain profil de façon à envoyer le rayon réfléchi dans la direction voulue. Si l'on répartit de tels prismes sur une surface de révolution dont l'axe passe par la lampe et dont la directrice est le profil adopté, on obtient de très bons réflecteurs ayant un rendement de 90 à 92 % et présentant l'avantage de ne pas être sélectif et d'être absolument inaltérable à l'inverse des appareils en verre argenté. On fabrique ces appareils en verre moulé et on peut leur donner de très grandes dimensions (plus de 0,40 de diamètre). L'arête des prismes est toujours un peu arrondie et laisse passer un peu de lumière qui suffit pour

Digitized by Google

éclairer légèrement le plafond et les murs de la pièce où ils sont employés et qui en améliore l'aspect.

La poussière sèche diminue peu le rendement de ces appareils ; la poussière humide et grasse un peu plus,mais il suffit d un lavage pour leur rendre toutes leurs qualités.

Les réflecteurs en verres prismatiques présentent le défaut de tous les réflecteurs ; ils travaillent seulement sur une partie du flux lumineux. Une autre variété de verrerie prismatique permet au contraire, de diriger dans les directions voulues tout le flux émis par la lampe. Ces appareils sont formés de toute une série de prismes circulaires répartis sur un globe entourant la lampe et calculés de façon à dévier de la quantité voulue. Certains d'entre eux pour permettre d'obtenir une déviation plus grande peuvent agir à la fois par réflexion et réfraction. Dans ce cas il y a réflexion totale sur la face supérieure du prisme et réfraction sur la face intérieure.

Enfin, on peut utiliser les phénomènes de réfraction pour obtenir une diffusion rationnelle. Si nous considérons un pinceau parallèle tombant sur un profil tel que l'angle d'incidence varie d'un point à un autre en suivant une certaine loi, le rayon sortant sera dévié et sortira en suivant également une loi.

On obtiendra le même résultat qu'avec du verre dépoli ou du verre opale mais avec l'avantage de pouvoir faire varier à volonté la répartition de la lumière. Par exemple si on dispose des cannelures verticalement on obtiendra uniquement une diffusion dans les plans horizontaux, ce qui permettra à l'inverse des autres corps diffusants, de garder la répartition du flux lumineux sur lequel elles agissent tout en évitant l'éblouissement.

Dans la plupart des appareils en verres prismatiques, ces 3 procédés, réflexion, réfraction, diffusion, sont utilisés. Ceux employés pour l'éclairage des rues sont formés d'une double enveloppe, les prismes réfractants horizontaux étant placés à l'extérieur de la première enveloppe de verre les cannelures diffusantes verticales à l'intérieur de l'enveloppe extérieure.

Les deux verreries sont rodées à la partie supérieure et réunies à la partie inférieure par un écrou formant fermeture étanche. L'ensemble présente des surfaces lisses intérieurement et extérieurement, ce qui réduit l'entretien au minimum. Dans un certain nombre de ces appareils, les cannelures diffusantes sont remplacées par des prismes verticaux qui servent à répartir la lumière inégalement dans les différents plans verticaux. On obtient ainsi des appareils asymétriques très utiles pour l'éclairage public où l'on a intérêt à envoyer le flux lumineux uniquement sur la surface de la chaussée et non sur les maisons bordant la voie.

Citons encore parmi les verreries prismatiques, le réflecteur-réfracteur, destiné à l'éclairage d'intérieur, il se compose d'un réflecteur elliptique et d'une bande réfractante portant d'un côté des prismes circulaires et de l'autre des cannelures diffusantes. La lampe étant placée à un foyer de l'ellipse, le flux réfléchi va passer par le second foyer situé dans le plan du bord inférieur de la bande réfractante qui dirigera le reste du flux lumineux.

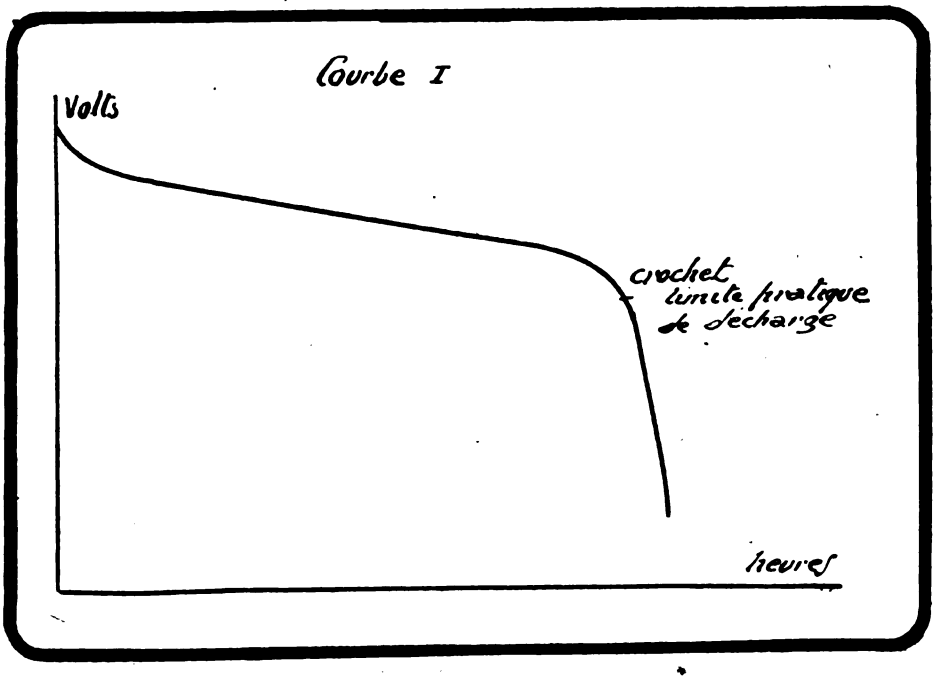


Figure 8

CONCLUSION

Nous avons passé rapidement en revue les appareils d'éclairage les plus courants existant actuellement en indiquant les matériaux dont ils sont faits, leurs qualités et leurs défauts. On a pu se rendre compte par cet exposé très court, de la diversité de la question. Nous étudierons prochainement les applications et l'utilisation de chacun d'entre eux pour les différentes sortes d'éclairage intérieur, magasins et vitrines, éclairage public, etc.

PAGES.

Digitized by Google

LE FROID

La pêche maritime

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

L'INDUSTRIE de la pêche maritime n'occupe pas en France la place qui lui revient, par l'importance et l'étendue de notre littoral, et par notre situation géographique. Paris notamment devrait être le marché européen du poisson de mer: on est surpris de constater que c'est Bâle qui occupe en ce domaine, la première place.

Nous ne manquons ni de pêcheurs, ni d'amateurs ; mais notre organisation de transport et de vente laisse fort à désirer et reste loin derrière les organisations de plusieurs pays voisins.

Il suffit de constater que l'Angleterre consomme annuellement 1.300.000 tonnes de poisson, alors que la France en consomme seulement 200.000 tonnes pour marquer tout le progrès qui nous reste à faire. L'habitant de Londres mange en moyenne 115 kilos de poisson par an : le Parisien en consomme en moyenne 5 kilogrammes.Dans nos campagnes, on peut dire que le poisson de mer est inconnu.

Quand bien même la consommation française serait doublée, nous resterons encore au tiers à peine de la consommation anglaise et de celle de plusieurs pays voisins. Et cependant ce simple surcroît de consommation de poisson, se traduirait dans notre balance commerciale par un bénéfice de plusieurs milliards.En outre, il aurait d'heureuses répercussions sur les industries de l'armement, la fabrication des engins de toute nature utilisés par les pêcheurs, sans parler de l'avantage inappréciable que nous retirerions à maintenir sur nos côtes une population de marins qui ne demande qu'à y rester si elle y trouve des moyens de subsistance.

Nos colonies sont susceptibles, elles aussi, de trouver dans la pêche, un accroissement considérable de bien-être pour leurs populations. Et là encore il reste beaucoup à faire, encore beaucoup plus que dans la métropole.

L'exploitation naturelle de l'industrie de la pêche exige un ensemble de conditions bien connues. Souvent, personnalités ou sociétés averties ont appelé l'attention du public sur cette industrie mal comprise dont les ressources sont pratiquement inépuisables.

L'on sait parfaitement que l'organisation des laboratoires s'impose si l'on veut qu'ils puissent guider les pêcheurs. Cependant, les ressources dont on les dote sont insuffisantes. Il est cependant d'un intérêt pratique immédiat, que les savants puissent sans retard indiquer aux pêcheurs où ils trouveront le poisson. Pour ne citer qu'un exemple, au cours de la dernière campagne de pêche les chalutiers renseignés à temps ont pu quitter Terre-Neuve où leurs efforts étaient stériles, pour se rendre au Groënland, où rapidement ils ont fait une récolte abondante.

Ce n'est pas tout : le poisson péché, il faut le conserver en bon état de fraîcheur pour attendre que la consommation le demande, il faut le transporter sur le lieu de consommation. L'industrie du froid est le complément indispensable de l'industrie de la pêche ; l'industrie du froid satisfait toutes les exigences, elle possède une merveilleuse faculté d'adaptation.

Le poisson constitue une matière extrêmement périssable : chacun le sait. Mais combien de gens, depuis le pêcheur, jusqu'au vendeur et au consommateur semblent l'oublier.

Sur le bateau, le poisson est déjà mal traité : bien mieux, même avant d'être pêché, il est déjà malmené pendant une heure en moyenne dans le chalut. C'est une nécessité inévitable de la pêche : il faut la subir tant qu'on n'aura pas trouvé un système de pêche qui nous donne un produit d'une plus grande fraîcheur.

Le poisson vidé du chalut est déjà fortement abîmé : ce n'est certes pas une raison pour continuer à le traiter sans tous les soins désirables, mais ceci explique cela. Les manipulations sont incitées par l'aspect du poisson portant des traces sans nombre de brutalités, à les continuer : quand le poisson sort du chalut sur le pont, il est jeté à la pelle pour être mis par couches avec de la glace. Et n'est-il pas fréquent que le mousse, le matelot, montent sans hésitation sur le poisson pour éviter un détour.

A l'arrivée au port, il est de nouveau manipulé à la pelle : on en remplit des paniers d'osier, qui sont entassés les uns sur les autres et transportés sur des chariots chez le mareyeur.

Là, le poisson est jeté sur le sol : il est lavé à la lance. Dans certains ports on pousse *le soin* jusqu'à laver le poisson avec l'eau de bassins, c'est-à-dire avec de l'eau beaucoup plus sale que ne peut l'être le poisson pêché au large.

Digitized by Google

Du mareyeur jusque chez le marchand, le poisson est à peu près bien traité: il reste à celui-ci à le manipuler avec tous les soins qu'exige cette denrée fragile et périssable.

La question la plus importante en dehors des soins à apporter dans les manipulations diverses auxquelles on le soumet est d'en hâter le plus possible la consommation : il faut réduire également le délai nécessaire qui s'écoule entre le moment de la pêche et l'arrivée sur la table du consommateur.

Les trois étapes par lesquelles passe le poisson ne doivent durer que le minimum de temps exigé par les nécessités inévitables. Il faut que la *marée* (1) soit la plus réduite possible pour diminuer le séjour du poisson sur le bateau de pêche. Les bateaux de certains ports de la Manche qui n'ont que des marées de 2 jours livrent un poisson incomparablement plus frais que d'autres ports obligés, pour trouver le poisson, d'avoir des marées de dix ou de vingt jours, et par conséquent, obtiennent des prix plus avantageux. Le séjour chez le mareyeur est généralement réduit au minimum. : aucune impossibilité ne s'y oppose. Le transport se fait également avec toute la rapidité possible : les compagnies de transport offrent à l'industrie de la pêche toutes les facilités dont elles sont capables. Aussi, le poisson peut supporter sans mouvement le 3e séjour, celui chez le marchand qui doit être suffisant pour l'écoulement chez le consommateur.

Dans ces trois étapes, l'industrie frigorifique apporte à l'industrie de la pêche une aide précieuse, qui permet d'étendre la durée de conservation du poisson et par conséquent d'aller pêcher plus loin, et de permettre la consommation du poisson dans des régions plus reculées.

⁂

Depuis le moment où le poisson pêché meurt jusqu'à son arrivée au port, la conservation du poisson, son maintien dans un bon état de fraîcheur sont obtenus par le rafraîchissement de la denrée qui en ralentit les modifications, rafraîchissement que l'on obtient en le disposant en couches avec de la glace. Ce mode de rafraîchissement, le plus fréquent en France est suffisant lorsque les marées sont de 24 ou 48 heures : il suffit à la rigueur pour des marées de 3 ou 4 jours quand la température est assez froide, mais il est très insuffisant pour des marées de plus longue durée, il ne suffit pas aux besoins de la pêche hauturière.

Les chalutiers hauturiers sont d'assez grande dimension. Ils doivent en effet avoir une soute à charbon qui leur permette un suffisant rayon d'action ; ils doivent en outre avoir des cales assez grandes pour contenir le produit de leur pêche en quantité suffisante pour que soient couverts les frais d'armement et de pêche. Le chalutier doit rester en mer parfois jusqu'à 3 semaines: à cette seule condition la pêche devient économiquement possible.

Or il est incontestable que le poisson pêché pendant les premiers jours ne sera plus dans un état de fraîcheur permettant de l'acheminer vers les centres de consommation habituels. Il importe d'améliorer la situation.

Sans doute on peut renouveler la provision de glace que l'on mélange au poisson, quand la première est fondue. Mais ceci oblige à employer des procédés de magasinage qui rendent cette opération très coûteuse. Outre la dépense supplémentaire de glace, les manipulations onéreuses que l'opération implique, elle n'est possible que si l'entreposage dans les cales a été fait spécialement. On ne peut se contenter de constituer un tas unique de poissons et de glace. On doit disposer les poissons dans de petites caisses contenant environ 50 kilos que l'on échafaude dans les cales et qu'il faut déplacer pour les garnir de glace. Cette méthode se heurte aux difficultés résultant du manque de place, de l'encombrement des emballages, du temps nécessaire pour trier le poisson et le mettre en caisse.

Une autre solution complémentaire nous est offerte par l'industrie frigorifique. En livrant à l'industrie de la pêche, la glace, elle a étendu son rayon d'action : elle va l'étendre encore davantage par un autre moyen.

Cette deuxième solution consiste à installer à bord une machine frigorifique, de faible encombrement (l'emplacement est réduit).

On ne lui demande pas la production totale du froid dont on a besoin : cette production serait trop coûteuse. La glace sera demandée aux usines plus importantes, à rendement plus économique installées dans le port. La machine frigorifique du bord sera réduite : il suffit qu'elle produise dans les cales une température où la glace fonde moins rapidement. Aussi, la glace importée fera un meilleur usage et maintiendra la température fraîche suffisante jusqu'au retour sans qu'on ait besoin d'une double dépense de glace.

Les industriels du froid réalisent des machines frigorifiques peu encombrantes et à puissance frigorifique suffisante qui répondent aux besoins de l'industrie de la pêche. Le concours des armateurs qui font connaître les besoins de l'industrie de la pêche, et des ingénieurs spécialistes en réfrigération donne une solution très satisfaisante du problème de la pêche hauturière et la rend commercialement possible.

Au deuxième stade, à l'arrivée au port, on doit prendre toutes les précautions de nature à prolonger la durée de conservation de ce produit aussi périssable : toute négligence est inexcusable, les moyens les plus parfaits doivent être mis en action.

Et tout d'abord on met le poisson en caisse s'il n'y est déjà pour le manutentionner. Ce mode d'emballage présente sur tous autres l'avantage de protéger le poisson contre les écrasements. Puis il est lavé à l'eau refroidie, filtrée, de préférence à l'eau de mer et déposé dans les magasins d'exposition et de vente. Dans le même bâtiment, il sera vendu à l'enchère, mis en caisse avec de la glace : en un mot préparé pour l'expédition. Le jour même il doit partir vers les centres de consommation et par trains spéciaux directement du port de vente : malheureusement en France, peu de ports ont des magasins reliés par voie ferrée judicieusement adaptées au commerce de cette denrée. Les frigorifiques maritimes doivent être spécialement aménagés : on se contente généralement de leur demander la fourniture de la glace : on pourrait en attendre des services particulièrement précieux pour faciliter l'écoulement rapide, et dans de bonnes conditions de conservation, du produit de la pêche.

Le transport en chemin de fer ne présente aucune particularité : il le faut rapide. Des trains spéciaux de marée sont mis en route sur les réseaux. On pourrait, sans grande dépense supplémentaire utiliser pendant la saison chaude, des wagons spéciaux qui protègent la denrée contre les rigueurs de la température : bien peu de ces wagons sont utilisés au transport de la marée.

Arrivé au centre de consommation, il est indispensable de disposer de chambres froides dans lesquelles on puisse entreposer le poisson avant de le livrer à la consommation. De telles chambres offrent des avantages de toute première importance. Le poisson entreposé en chambre froide, ne sera pas lavé par l'eau de fusion de la glace et conservera son aspect de poisson frais si apprécié de l'acheteur. De plus le marchand qui recevra du poisson en parfait état de conservation, pourra le conserver pendant les quelques jours qui lui sont nécessaires pour ne pas trop charger une place, éviter l'effondrement des cours qui lui seraient si préjudiciables et faciliter l'approvisionnement des hôtels et restaurants qui restent les gros consommateurs, le particulier ayant ses jours de prédilection pour cette consommation. Il existe tout un matériel frigorifique de puissance adaptée aux besoins du commerce de la

Digitized by Google

marée : plusieurs installations à Paris répondent à ces besoins : elles y sont encore trop peu nombreuses mais le défaut s'en fait sentir surtout en province.

∴

Ce sont surtout les frigorifiques des ports qui ne suffisent pas aux besoins des mareyeurs. Dans le commerce de tout produit, l'entrepôt au lieu de production est devenu une nécessité : or le commerce du poisson le plus variable, le plus capricieux de tous, ne dispose pas de cet outillage qui lui serait nécessaire plus qu'à tout autre.

Il en résulte des effondrements de prix dans le période de bonne pêche, d'où les pertes, les désarmements de bateaux, le chômage des pêcheurs. Il en résulte pour le commerce intermédiaire la nécessité de prendre à sa charge les écarts de cours qu'il doit atténuer pour ne pas mettre en méfiance la clientèle. En province, surtout le poisson est toujours beaucoup plus cher qu'il ne conviendrait et la consommation s'en trouve diminuée pour le plus grand dommage de l'économie nationale.

On a prétendu que l'inexpérience du consommateur était le gros obstacle du développement de la consommation du poisson.C'en est sans doute une des causes. L'éducation du public a été tentée : on a fait amener des trains de marée pour montrer au consommateur l'excellence du produit offert. On a fait fonctionner dans les quartiers populeux, des fritures où le poisson préparé avec soin et de manière variée et vendu à la clientèle ouvrière mise ainsi à même d'apprécier la qualité de cet aliment. On a distribué des tracts, etc. Tous ces moyens sont la solution d'un côté seulement de la questiton.

Le principal obstacle est encore dans les exagérations de prix de vente des détaillants locaux. Comme le disait un détaillant d'une ville populeuse du centre : on préfère vendre peu, mais bien. Vendre peu, c'est-à-dire ne pas utiliser la totalité des ressources de la pêche dont les excédents sont perdus pour le pêcheur. Vendre bien, c'est-à-dire vendre cher en diminuant la clientèle.

Les intermédiaires sont les vrais animateurs du commerce : il faut que leur psychologie soit modifiée. Ils savent calculer très exactement leur bénéfice : il faut qu'ils aient intérêt à ce que la consommation du poisson s'étende, il faut assurer la sécurité de leur commerce. Tout cela est une question d'organisation qui fait défaut. La technique est à hauteur de sa tâche : il manque des initiatives, des énergies pour mettre en œuvre les ressources inépuisables de l'industrie frigorifique.

A. Michel

PETITES NOUVELLES

TÉLÉPHONEZ-MOI DANS LE TRAIN...

Il peut être quelquefois très important pour les voyageurs de pouvoir téléphoner du train avec des abonnés du téléphone, ou d'expédier des télégrammes. Ceci est rendu possible par l'application de la radio.

On a fait des expériences sur la ligne Berlin-Hambourg. La preuve de leur succès est qu'en deux ans 43.030 conversations téléphoniques ont été échangées et 6.755 télégrammes ont été expédiés sur ce trajet.

Sur la ligne Paris-Lyon-Méditerranée des expériences semblables ont été faites avec succès.

En Amérique, on est même allé plus loin. On a réussi à établir une communication téléphonique entre deux trains en marche.

Il ne tardera peut-être plus longtemps avant que l'on puisse dire à ses amis en prenant congé d'eux à la gare : « Téléphonez-moi encore dans le train, s'il y a quelque chose de particulier... »

LA T. S. F. ET LES « BUTS DE TIR »

Comme « buts » pour les tirs en mer, les marines de guerre emploient de vieux bateaux désaffectés, à bord desquels il n'y a personne, et qui sont traînés par une longue remorque. Mais les remorqueurs malgré la longueur du câble, reçoivent parfois des projectiles qui ne leur sont pas destinés.

Les Allemands, qui utilisent les admirables procédés de « télémécanique », font leurs tirs à la mer sur des navires-cibles, actionnés et dirigés de la côte par des ondes de T. S. F. Les moteurs leur impriment une vitesse de 13 à 14 nœuds ; toutes les manœuvres : gouvernail, stoppage, remise en marche, changements de vitesse, sont obtenues par des signaux de T. S. F. agissant sur les « relais » qui commandent des servo-moteurs placés à bord.

Enfin, tous les compartiments du navire, à l'exception de celui des moteurs qui est protégé par un formidable blindage, sont remplis de liège, de façon à empêcher le bateau de couler, même après avoir été touché par de nombreux projectiles, et les extincteurs automatiques entrent en jeu dès qu'un commencement d'incendie se déclare.

LA RADIO DANS LES ÉCOLES FRANÇAISES

Lors d'une enquête faite récemment il est résulté que plus de deux mille écoles françaises possèdent déjà un récepteur de T. S. F. Il s'est formé, actuellement, une Société dont le but est de favoriser l'emploi des récepteurs dans les écoles. Cette commission s'abouchera avec les stations émettrices pour établir un programme d'émissions spécialement scolaires. En cela on ne fait, d'ailleurs, que suivre l'exemple de l'étranger.

RADIOTÉLÉPHONIE A LONGUE DISTANCE PAR AVIONS

Le groupe Hearts, le grand consortium de journaux, étudie les communications radiotéléphoniques à longue distance, au moyen des avions en vol. Le 31 mai, un de ces avions est monté à 1.000 mètres au-dessus de Los Angelès, et de là, comme premier message à l'Europe, a communiqué avec M. Mussolini, qui l'a écouté au moyen de son appareil téléphonique normal. A bord de l'avion, il y avait vingt et une personnes.

Digitized by Google

MARINE

Les problèmes actuels de la navigation sous-marine

par R. TABARD

Les sous-marins, remis en question par la récente Conférence de Londres sont maintenant à l'ordre du jour. Leurs partisans et adversaires les présentent, suivant les circonstances, comme un danger pour les navires de ligne et une concurrence sérieuse pour les avions et hydravions.

La vérité est, au point de vue tactique, que sous-marins, cuirassés et avions doivent collaborer — ou coopérer — en vue de l'action sur mer.

Au point de vue technique, qui nous intéresse particulièrement, on se heurte à des problèmes de navigation, lesquels, il faut le dire, ne sont pas tous résolus. L'article qui suit n'a d'autre but que de montrer leur enchaînement et les solutions proposées.

LE premier problème qui se pose, et qui a trait à la navigation elle-même, est la réalisation d'un bateau tout spécial, d'une forme à déterminer, et répondant aux desiderata suivants :

Etre capable (tout en portant un équipage nécessaire à la manœuvre, un armement offensif puissant et commode, mais qui ne puisse le mettre lui-même en danger, et un moyen de défense efficace et prompt), de naviguer à la surface de la mer, à la façon d'un navire ordinaire, de s'enfoncer à volonté, à la profondeur nécessaire et souvent variable, de naviguer ensuite entre deux eaux suivant une direction ou une route horizontale connue ou vers un but choisi, sans rien perdre de ses moyens d'action, ni de ses garanties de sécurité, de remonter à son gré à la surface et de pouvoir, consécutivement, s'il le faut, réitérer ces exercices pendant un certain temps connu à l'avance, sans aide ni appui venu de l'extérieur.

La satisfaction de toutes ces conditions suppose résolus les problèmes importants :

1° de l'orientation, qui est sans doute le plus difficile de la navigation sous-marine ;

2° de la stabilité ;

3° de l'habitabilité ;

4° de la sécurité ;

5° de l'armement rationnel.

L'immersion elle-même n'est pas simple et l'on peut la considérer sous deux angles différents, suivant qu'on l'étudie *a*) au repos et *b*) en marche.

Un sous-marin complètement immergé obéit au PRINCIPE D'ARCHIMÈDE qui peut s'énoncer ainsi :

Quand un corps solide est entièrement plongé dans un liquide pesant en équilibre, les pressions qui s'exercent à la surface ont une résultante unique égale et directement opposée au poids du volume liquide déplacé et appliqué au centre de gravité de ce volume.

Cette résultante s'appelle la POUSSÉE du liquide et son point d'application prend le nom de CENTRE DE POUSSÉE.

L'ORIENTATION sous l'eau peut à son tour se faire de deux manières : *a*) directement et *b*) par T. S. F.

Nous verrons plus loin comment on procède dans l'un et l'autre cas.

La question de l'HABITABILITÉ, qui a été la première posée, a été résolue par l'emploi d'appareils d'oxylithe.

La question de l'IMMERSION, quant à sa stabilité, a été résolue à son tour par l'emploi des *pistons hydrostatiques* et les *régulateurs électriques*.

Rappelons ici que la STABILITÉ d'un sous-marin dépend de la grandeur de sa FLOTTABILITÉ et aussi de la *distance séparant son centre de gravité de son centre de carène*.

Ces centres doivent se trouver sur une même verticale et espacés le plus possible.

Ces données interviennent pour situer l'emplacement de la tourelle d'observation.

Il y a aussi les gouvernails compensateurs horizontaux qui rendent d'appréciables services. La facilité de manœuvre de stabilité est encore accrue par les réservoirs à lest d'eau, lesquels sont reliés par une tuyauterie, permettant de faire passer l'eau d'un réservoir dans l'autre.

La RÉGULARITÉ D'IMMERSION est encore assurée par l'application du principe connu de l'ASSERVISSEMENT DES MOTEURS :

Sur le côté du sous-marin est ménagé un orifice dans lequel vient se placer un piston qui, tout en formant joint étanche peut être quand même animé d'un faible déplacement en avant ou en arrière, sous l'influence des actions antagonistes agissant respectivement sur chacune des faces de ce piston.

Ces deux actions antagonistes sont, d'une part, la pression de la mer, et, d'autre part, celle d'un ressort qui agit d'une façon d'autant plus énergique, qu'il est tendu plus fortement.

Quand le sous-marin se trouve dans le PLAN D'IMMERSION pour lequel il a été réglé, le ressort fait équilibre à la colonne d'eau ayant pour ***base*** la surface du piston hydrostatique et pour

Digitized by Google

hauteur la distance verticale du centre d'action de ce piston au niveau supérieur.

On voit dans ces conditions, que le bateau est réglé de façon à ce que la mouette du servo-moteur soit perpendiculaire à la tige de commande.

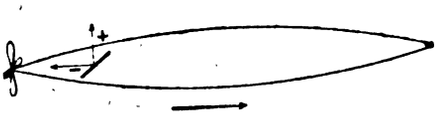


Fig. 1. — *Gouvernails de plongée arrière. Considérés seuls ils font « piquer » le navire et « manquer » la plongée.*

L'IMMERSION PROPREMENT DITE est obtenue par l'admission de l'eau dans les WATER-BALLASTS. Le capot doit alors se fermer automatiquement.

La DIRECTION est assurée par trois gouvernails : un vertical et deux horizontaux qui assurent leur ISOBATIE (stabilité de route).

Un appareil de contrôle appelé *axiomètre* indique à tout moment la position des gouvernails (Figures 1, 2 et 3)).

La VISIBILITÉ reste assurée par les périscopes, ceux-ci au nombre de

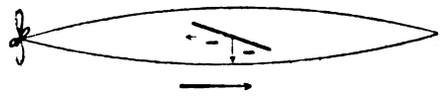


Fig. 2. — *Gouvernails de plongée milieu ; travaillent comme un axe sur lequel le sous-marin est « fou ».*

deux : un pour le jour et l'autre pour la nuit (figure 4).

L'HABITABILITÉ reste assurée par l'appareil à oxylithe, lequel distribue de l'air et, ce qui n'est pas moins important, absorbe l'acide carbonique en résultant.

L'ouverture des tubes lance-torpilles est fermée automatiquement par un capot pressé par l'eau.

Nous n'avons pas jusqu'ici parlé des MOTEURS.

Les principaux sont à :

1° Vapeur et eau surchauffée ;

2° Vapeur et air comprimé pour continuer la combustion en immersion ;

3° Air comprimé réchauffé par la vapeur ;

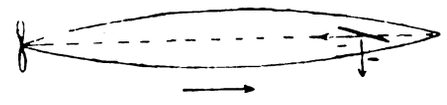


Fig. 3. — *Gouvernails de plongée à l'avant. Bonne disposition qui assure une bonne stabilité.*

4° Air comprimé seul ;

5° Pétrole, essence, etc., et air comprimé ;

6° Electricité ;

7° Pétrole et électricité ;

8° Vapeur et électricité.

I. CAS DES MOTEURS A VAPEUR ET EAU SURCHAUFFÉE.

Le combustible est, en général, le PÉTROLE, qui a l'avantage de ne pas donner de fumée ni de suie lorsque la chauffe est bien conduite.

Le pétrole a encore l'avantage de l'extinction et du rallumage rapide des feux.

Prenons, pour discuter, un sous-marin de 200 tonneaux consommant 600 gr. de combustible par cheval-heure.

L'appareil moteur pèsera alors environ 80 kilos par cheval (chaudière et machine), soient 12 nœuds, la vitesse maxima à la surface et 8 nœuds en immersion avec des puissances correspondantes de 275 et 80 C.V.

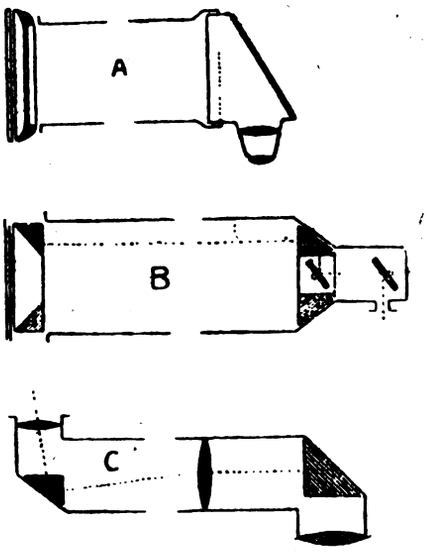


Fig. 4. — *Notre figure représente les périscopes* a) *Maugin,* b) *Darriens, et* c) *Garcier et Romazotti.*

La coque d'un semblable sous-marin, avec son armement et tous ses accessoires, lest, etc., pèse environ 110 tonnes.

Il ne reste plus que 90 tonnes pour l'appareil moteur et les approvisionnements d'énergie.

L'appareil moteur pèse :

$$275 \times 80 = 22 \text{ tonnes.}$$

Il y a donc $90 - 22 = 88$ tonnes de combustible.

Le bateau aura donc à la vitesse réduite de 8 nœuds, marchant à la surface, un rayon d'action de :

$$\frac{88.000}{75 \times 0{,}6} \times 8 = 12.088 \text{ milles.}$$

Examinons maintenant comment le système se comporte sous l'eau.

La chaudière étant à 15 kilos de pression, peut encore après extinction des feux pour la plongée, fournir environ 1/8 du poids d'eau en vapeur à 3 kilos.

En voici d'ailleurs le calcul :

La température de l'eau à 15 kilos est de 202° ; à 3 atm., elle est de 142° seulement.

Le nombre de calories restituées par la chaudière sera de $60 \times pe$, la quantité *pe* représentant le poids de l'eau contenue dans la chaudière.

La production de 1 kilo de vapeur à 3 kilos de pression ou à 142° nécessite un nombre de calories données par :

$C = 606{,}5 + (0{,}305 \times 142) - t = 478$

t étant la température moyenne de l'eau égale à :

$$\frac{202 + 142}{2} = 172°.$$

La chaudière d'une contenance de 5.500 litres peut donc dégager :

$$\frac{60 \times pe}{478} = \frac{60 \times 5.500}{478} = 690 \text{ kg. de vapeur}$$

à 3 kg., c'est-à-dire le 1/8 du poids de l'eau qui y est contenue.

A cette pression de 3 kilos, la machine développe 80 C.V. et le navire file à 8 nœuds.

Si on admet une consommation de 8 kilos de vapeur par C.V., nous aurons pour 80 C.V. une dépense de : $8 \times 80 = 640$ kilos, c'est-à-dire que le navire peut marcher sous l'eau pendant $690/640 = 1$ heure environ à 8 nœuds.

Le système est donc bon, du moins comme RENDEMENT, car la température élevée qui en résulte est très pénible.

II. VAPEUR ET AIR COMPRIMÉ.

Si on ajoute des réservoirs d'air comprimé au système que nous venons de décrire, en vue de pouvoir continuer la combustion en immersion, on se trouve en présence d'une nouvelle solution.

Il faut environ 20 m³ d'air pour entretenir la combustion nécessaire à un C.V. heure.

En continuant avec les mêmes chiffres que ceux de l'exemple, on aura :

$80 \times 20 = 1.600$ m³ d'air.

En supposant des réservoirs ou accumulateurs d'air timbré à 100 kg., il leur faudrait une capacité de $1.600/100 = 16$ m³.

De semblables accus pèseraient au moins 2.500 kgs par m³, c'est-à-dire environ $16 \times 2{,}5 = 40$ tonnes pour une marche d'une heure.

On voit tout de suite l'importance de ce poids mort et son encombrement.

III. AIR COMPRIMÉ RÉCHAUFFÉ PAR LA VAPEUR.

Solution peu pratique mais meilleure quand même que la précédente.

IV. AIR COMPRIMÉ SEUL.

Convient pour la torpille mais pas pour le sous-marin.

Digitized by Google

V. PÉTROLE, ESSENCE, ALCOOL.
Pas pratique.

VI. ÉLECTRICITÉ.

Bon, mais pas assez de sécurité dans le fonctionnement des accumulateurs.

VII. PÉTROLE ET ÉLECTRICITÉ.

Ces deux procédés réunis donnent de très bons résultats. Employer des systèmes à embrayages.

VIII. VAPEUR ET ÉLECTRICITÉ.

Pas pratique. Les accumulateurs employés sont des LAURENT-CÉLY, JULLIEN et DININ.

Parmi les précautions à prendre, il faut vérifier les *contacts* qui deviennent rapidement mauvais.

Recouvrir l'électrolyte à l'aide d'une couche de valvoline, qui s'oppose en partie au dégagement des bulles d'hydrogène sulfuré.

Les plaques doivent être isolées par deux toiles d'amiante et une grille en ébonite, le tout destiné à assurer une protection efficace contre les courts-circuits.

PROPULSEURS.

L'hélice est le seul propulseur employé. Les sous-marins à pétrole et électricité devront employer l'hélice MAUGAS, l'éperon est inutile.

TORPILLES.

Il y a deux constructeurs de torpilles automobiles : WHITEHEAD et SCHAZKOPF.

La marine française emploie des types variant de 350 à 600 kilos et portant jusqu'à 100 kgs de fulmi-coton.

Les diamètres réglementaires sont de 356, 381 et 450 mm.

La *vitesse* pour un tir à 400 mètres varie entre 28 et 35 nœuds.

Le moteur pèse environ 500 gr. par C.V.

LANCE-TORPILLES.

Ainsi, la TORPILLE AUTOMOBILE est la seule arme possible du sous-marin.

Le lancement des torpilles s'effectue à l'aide de tubes spéciaux placés dans l'étrave.

Il faut citer ici les TUBES GRIFFES qui retiennent une torpille de chaque côté du navire et qui, manœuvrés de l'intérieur, s'ouvrent pour laisser passer l'engin.

Ces tubes donnent de bons résultats, ils conviennent bien, en particulier aux sous-marins de faible tonnage ne permettant pas le logement d'un tube intérieur.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCE

Le premier sous-marin qui a donné des résultats certains est la TORTUE.

Basé sur les principes généraux d'*hydrostatique* et *d'hydrodynamique*, ce bâtiment était équipé d'une part, à l'aide de *robinets* et *pompes* qui permettaient de faire varier son poids et, d'autre part, au moyen d'une *rame tournante à axe vertical*.

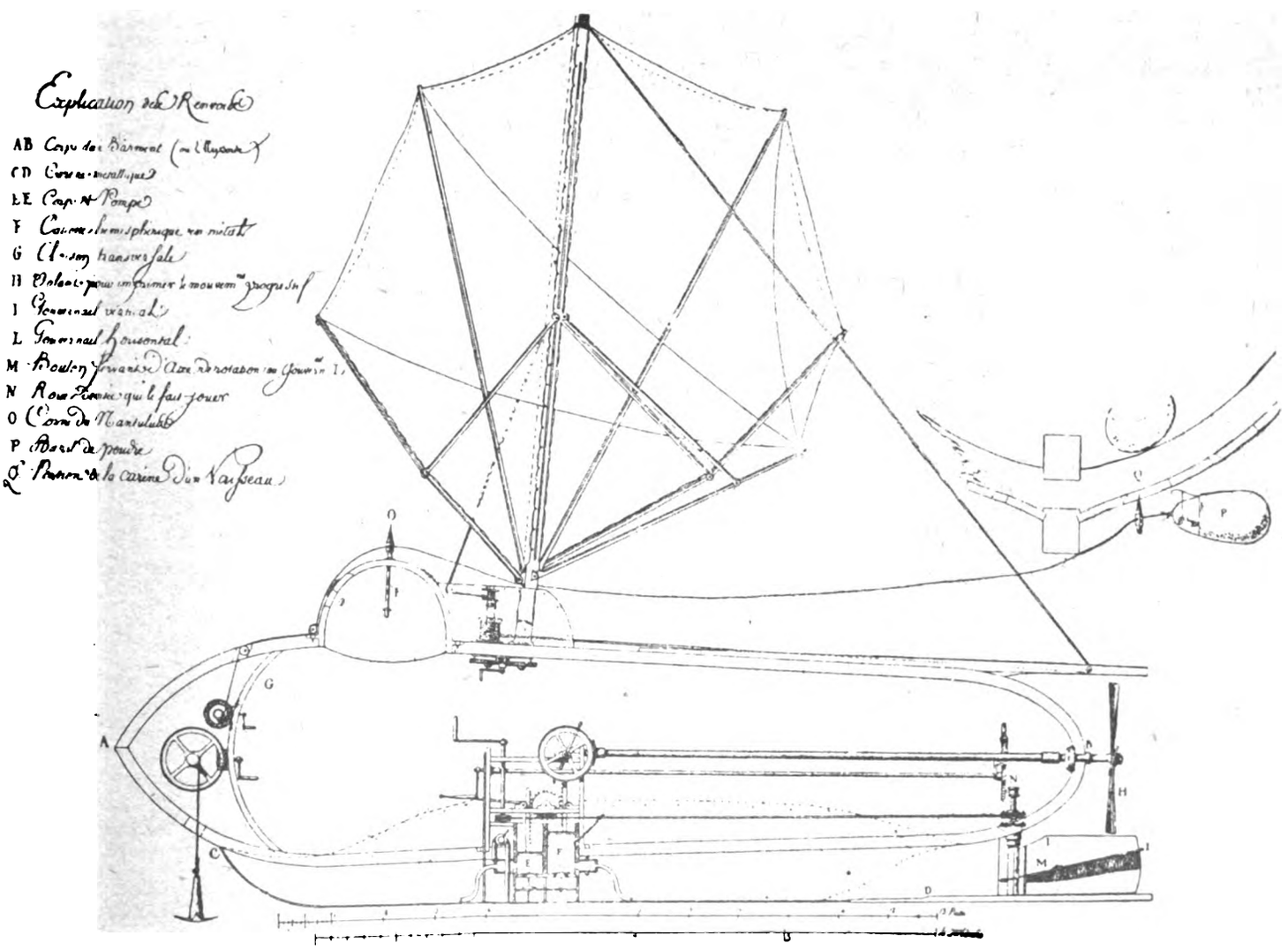


Fig. 5. — *Le* NAUTILUS de FULTON (1797-1802). *Construit à Paris, a permis les premiers essais de navigation sous-marine entre la Capitale et Le Havre, et plus tard, jusqu'à Brest.*

Digitized by Google

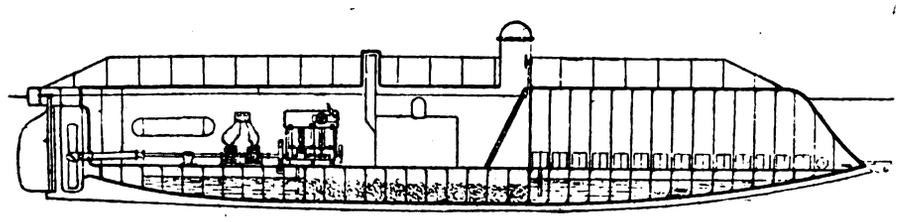


Fig. 6. — *Le premier modèle de sous-marin autonome, c'est-à-dire doué de la même navigabilité en émersion et en immersion.*

Une autre rame du même système lui permettait de se déplacer horizontalement.

La TORTUE avait une forme *sphérique* de 2 mètres 50 de diamètre et était construite en *bois* et en *cuivre*.

L'hélice était actionnée à bras et logée dans une cage avec gouvernail en dessous. Immersion par introduction d'eau, réservoir d'air comprimé.

BAKER a donné un modèle intéressant de sous-marin autonome.

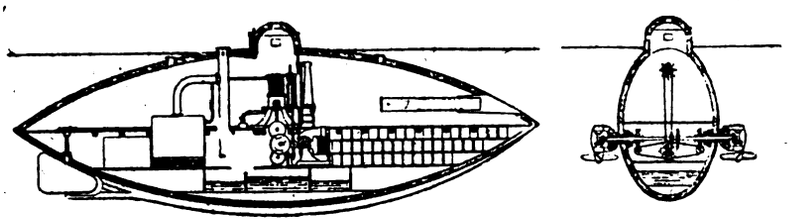


Fig. 7. — *Le premier sous-marin à section transversale elliptique et à grand axe verticale.*

VIENT ENSUITE LE NAUTILUS DE FULTON

Le NAUTILUS, figure 5 avait 6 mètres 50 de longueur sur 2 de diamètre. Il était mu en immersion, par une sorte d'hélice actionnée à bras et à voile en émersion. En outre, il était pourvu d'un treuil portant une ancre et commandé de l'intérieur du navire.

C'est le principe du PLOMB SONDE encore utilisé.

PHILLIP, plus tard, construisit deux sous-marins de 12 mètres de long.

Le premier avait 1 m. 20 de diamètre et le second 1 m. 50.

Ces bâtiments avaient une hélice actionnée à bras.

L'immersion s'opérait par introduction d'eau.

ALSTITT construisit le premier, un modèle de sous-marin autonome (figure 6), A DOUBLE MOTEUR : vapeur en émersion et électricité en immersion.

Longueur 21 mètres, hauteur, 3 m. Immersion par introduction d'eau.

Les DAVIDS vinrent ensuite. Ils avaient de 8 à 10 mètres de long et 1,60 à 2 mètres de diamètre.

Ils étaient mus par hélice.

BARBOUR construisit plus tard un navire sous-marin de 9 m. de long contre 2 m. 65 de diamètre.

L'hélice était actionnée par un moteur à acide carbonique.

La coque avait une épaisseur énorme.

HALSTEAD en construisit un de 9 mètres de long contre 2 m. 65 de diamètre.

Section transversale elliptique (figure 7) avec grand axe vertical.

Le bateau déplaçait 59 tonnes et était muni d'une chaudière chauffée au pétrole pour la navigation en émersion.

Un moteur électrique actionné par des accumulateurs était prévu pour l'immersion.

La coque était en bois doublée de cuivre.

Le sous-marin était mû par deux hélices placées sur ses flancs.

Elles étaient entraînées par des pignons d'angle extérieurs.

Ces hélices pouvaient, en outre, s'incliner plus ou moins sur l'horizon, leurs axes restant toujours dans un plan parallèle au diamétral du bâtiment.

Le plus ou moins d'inclinaison des axes d'hélices faisait monter ou descendre l'engin.

Ce sous-marin filait 8 nœuds avec 50 chevaux.

LAKE, plus tard encore, construisit l'ARGONAUTE, en vue de servir aux travaux sous mer (fig. 8).

Un poste situé à l'avant donnait accès sur une écluse permettant à un scaphandrier de sortir du navire.

Ce dernier reposait au fond de l'eau sur trois roues dont deux motrices.

Une hélice est également prévue et permet de faire avancer le bateau.

Moteurs : à vapeur et électrique, coque en acier et immersion par introduction d'eau.

Mais les constructions les plus connues et les plus importantes sont celle de Holland.

Le premier construit avait 5 mètres de long et 0,60 de haut.

Un homme assis, presque couché dans le bateau actionnait l'hélice au moyen de pédales.

L'immersion se faisait toujours par introduction d'eau.

Le Holland N° 2 était long de 9 mètres 50 et de diamètre égal à 1 m. 80.

Son déplacement était de 19 tonnes, moteur à pétrole avec réserve d'air pour la plongée.

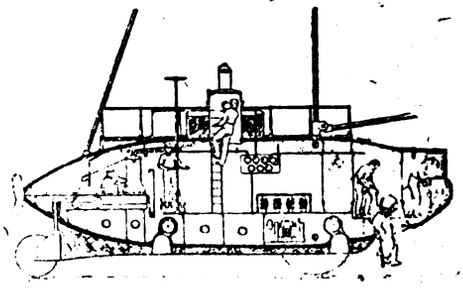


Fig. 8. — L'ARGONAUTE *de Lake fut construit en vue d'assurer des travaux sous mer. Une écluse permettait à un scaphandrier de sortir du navire.*

Il était armé à l'aide du canon pneumatique.

Le HOLLAND N° 3 ou PLUNGER déplaçait 150 tonnes liges et 168 tonnes en position de plongée, sa flottabilité étant alors réduite à 250 kg.

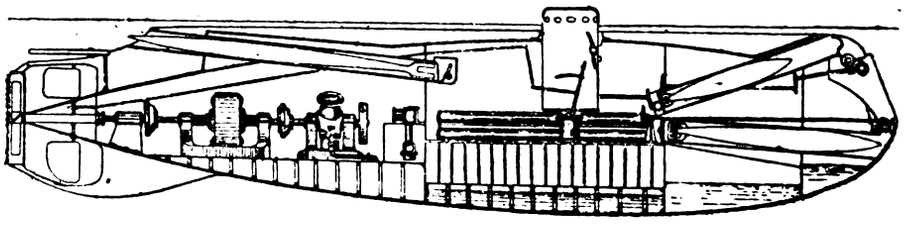


Fig. 9. — *Vue du* HOLLAND N° 3 *appelé aussi Plunger.*

Digitized by Google

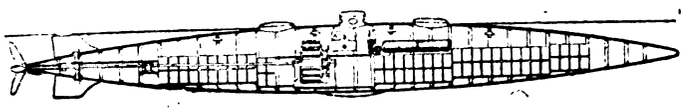


Fig. 10. — *Armement du* HOLLAND N° 3.

Le dimensions étaient les suivantes : longueur, 26 mètres ; diamètre, 3 m.40.

La coque était en acier de 12 mm. d'épaisseur au milieu.

Il était actionné par trois hélices, la force motrice était fournie par une chaudière Masher de 270 m² de surface de chauffe et chauffée au pétrole.

Les deux hélices latérales recevaient chacune 500 C.V. et faisaient filer le navire en émersion à une vitesse de 15 nœuds. L'hélice centrale, enfin, recevait 125 C.V. du moteur à vapeur et imprimait alors une vitesse de 8 nœuds au navire.

Sur le même arbre se trouvaient attelées des génératrices électriques pour la recharge des accumulateurs.

Les mêmes machines marchaient en réceptrices pendant l'immersion.

Au repos, la plongée se fait par hélice verticale et en marche, par la manœuvre de gouvernails horizontaux ou de profondeurs situés à l'arrière, comme dans les torpilles , ce qui, d'ailleurs, est une erreur dans un sous-marin.

L'armement se composait, figure 19, d'un tube lance-torpilles tirant dans l'axe vers l'avant.

Le HOLLAND N° 4 (figure 11) réalise une deuxième solution du sous-marin autonome et ... double jeu moteur.

Une seule hélice est placée sur l'arbre, puis l'induit de machine électrique qui fonctionne au choix soit en génératrice soit en réceptrice.

La même machine peut aussi être déconnectée et elle sert alors de volant pour le moteur à pétrole, qui est aussi attelé sur le même arbre.

Un embrayage permet de supprimer cet attelage pendant la plongée et lorsque la machine électrique sert seule de moteur.

Cette solution du problème sera vraisemblablement la seule utilisée dans les sous-marins de l'avenir à grand rayon d'action.

Le Holland N° 4 ne file que 8 nœuds, il a 15 m. 60 et déplace 64 tonnes lige et 74 tonnes en plongée.

Il a, en outre, 51 tonnes d'accumulateurs électriques et un moteur à gazoline de 50 C.V.

Il est encore muni d'un appareil automatique qui contrôle et maintient la direction en plongée. Cet appareil n'est pas indispensable et de nombreux sous-marins s'en passent aisément. L'armement se compose de trois tubes lance-torpilles : un pour torpille Whitehead, le second pour torpille à la dynamite et le troisième pour torpille aérienne.

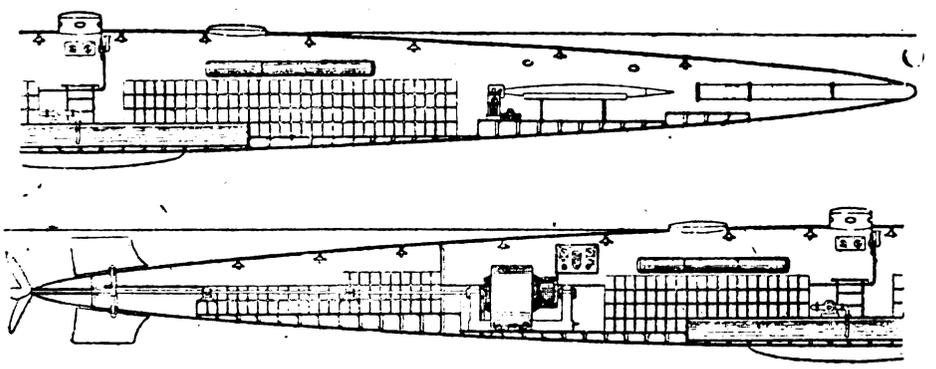


Fig. 11. — *Le* HOLLAND N° 4 *réalise une solution intéressante du sous-marin autonome à double jeu moteur.*

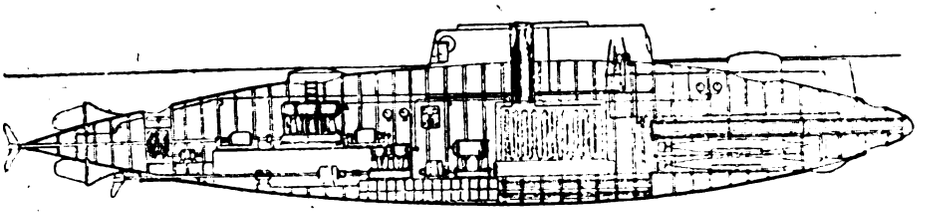


Fig. 12. — L'ICTENÉO *de Monturiol, fut le premier sous-marin pouvant rester longtemps en immersion.*

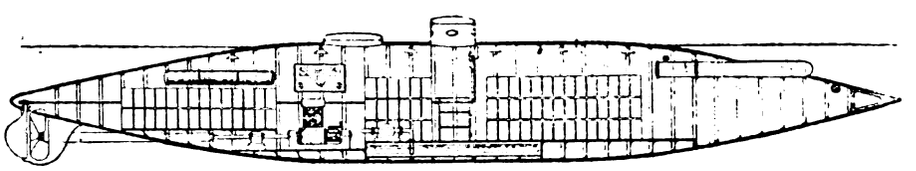


Fig. 13. — *Le sous-marin* PERAL. *Ce navire reste le précurseur des Gymnotes et Zédé, etc...*

NARCISO MONTURIOL construisit l'*Icteneo*, de 19 m. de long sur 9 m. de large. Malgré l'emploi limitatif d'un moteur à vapeur il pouvait rester assez longtemps sous l'eau (figure 12).

Ce dernier point est très intéressant, car la chaleur a presque toujours rendu les sous-marins inhabitables.

PERAL.

Le PERAL (fig. 13) avait 22 mètres de long et 2 m. 87 de diamètre, il déplaçait 87 tonneaux. Immersion par introduction d'eau.

L'armement se composait d'un tube lance-torpilles tirant en chasse.

Ce navire reste le véritable précurseur des GYMNOTE, ZÉDÉ, etc...

DAVI, ensuite, construisit un sous-marin de 15 m. 50 de longueur et de 2 m. 25 de diamètre.

Le moteur utilisé fonctionnait à l'air comprimé.

L'immersion s'effectuait par la manœuvre d'un gouvernail horizontal.

Il portait comme armement une torpille automobile.

CAMPBELL ET ASH.

Sous-marin à deux hélices mues par immersion par réduction de volume au moyen de pistons actionnés par des vis.

HAIGHT ET WOOD.

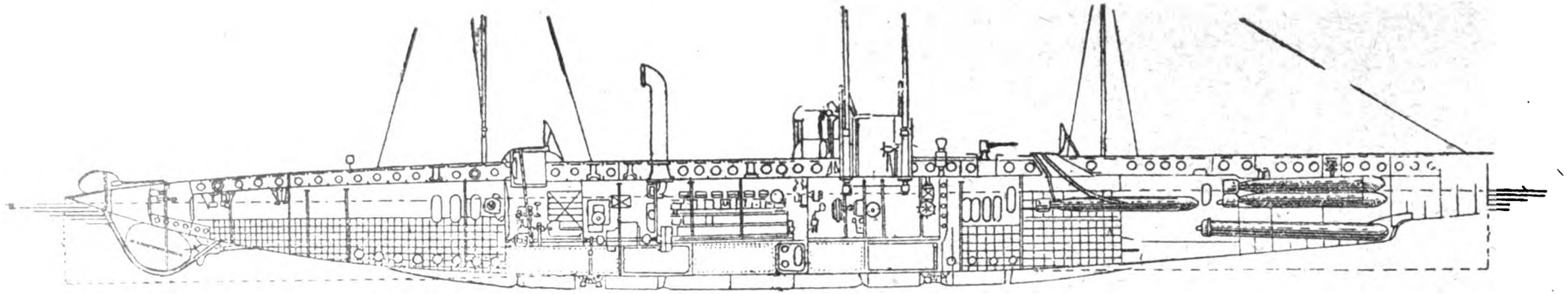
Sous-marin à flotteur, longueur 25 mètres, diamètre 1 m. 75. Mû par une hélice actionnée par un moteur à acide carbonique liquéfié.

Immersion par introduction d'eau. Armé de torpilles.

Chef de poste de T.S.F.

(A suivre)

Digitized by Google

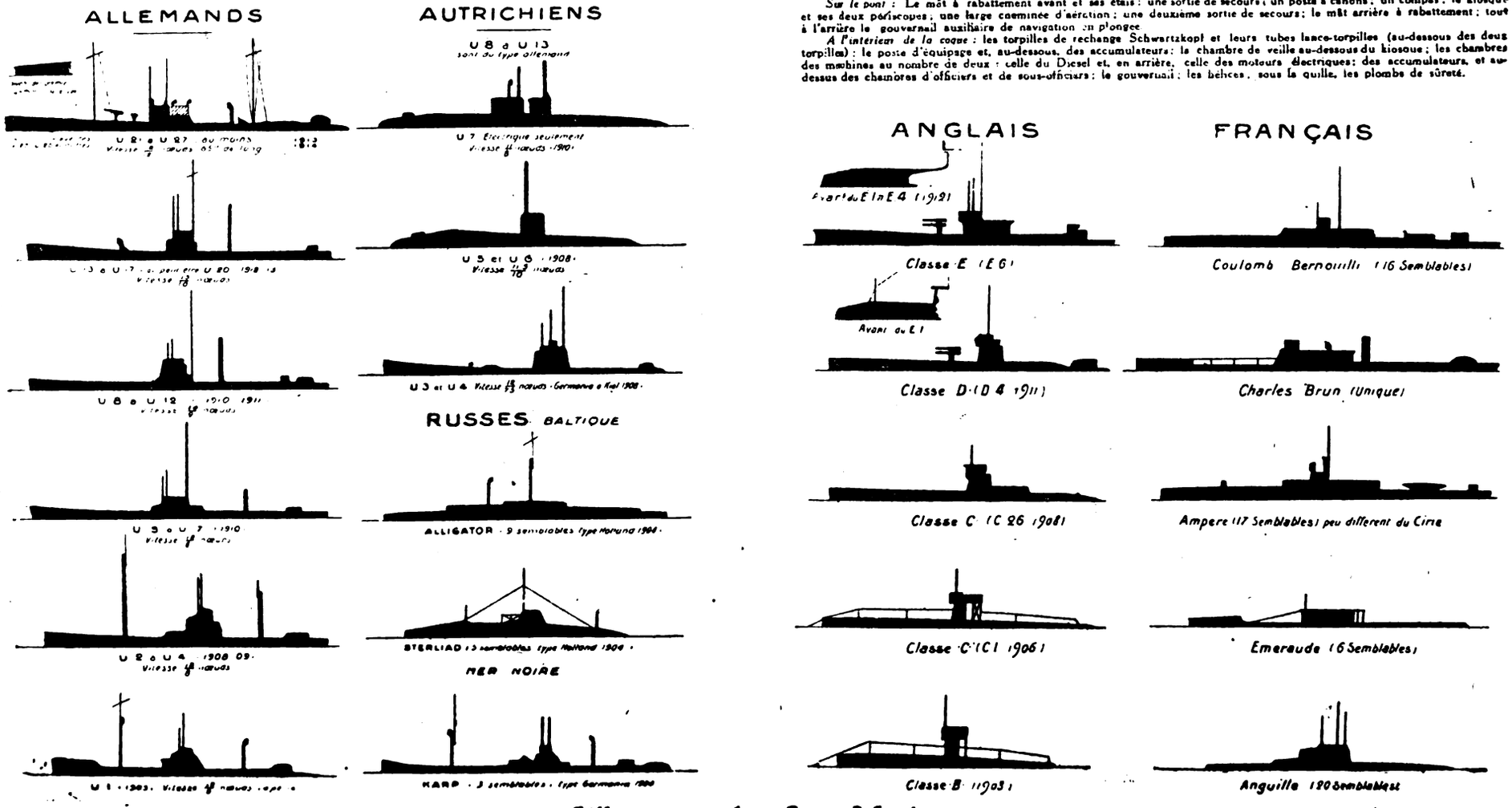


COUPE LONGITUDINALE D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND TYPE *U-21* (très récent modèle).

On remarque, en allant de l'avant à l'arrière :

Sur le pont : Le mât à rabattement avant et ses étais : une sortie de secours ; un poste à canons ; un compas ; le kiosque et ses deux périscopes ; une large cheminée d'aération ; une deuxième sortie de secours ; le mât arrière à rabattement ; tout à l'arrière le gouvernail auxiliaire de navigation en plongée.

A l'intérieur de la coque : les torpilles de rechange Schwartzkopf et leurs tubes lance-torpilles (au-dessous des deux torpilles) ; le poste d'équipage et, au-dessous, des accumulateurs ; la chambre de veille au-dessous du kiosque ; les chambres des machines au nombre de deux : celle du Diesel et, en arrière, celle des moteurs électriques ; des accumulateurs, et au-dessus des chambres d'officiers et de sous-officiers ; le gouvernail ; les bêches, sous la quille, les plombs de sûreté.



Silhouettes des Sous-Marins

Digitized by Google

AVIATION

L'Equipement électrique des lignes aériennes

par Gilbert ETIENNE

o o o o

SI de jour, une ligne aérienne est une ligne idéale aussi courte que possible reliant deux aérodromes, de nuit, il n'en est pas de même et cette ligne qui empruntera un itinéraire bien déterminé, sera matérialisée aussi complètement que possible par un dispositif de balisage judicieusement disposé.

Le moyen de balisage d'une ligne nocturne le plus simple est certainement le balisage lumineux, et dans ce qui va suivre nous n'envisagerons que ce procédé. Par certaines nuits brumeuses il ne sera pas toujours suffisant et dans un prochain article, nous examinerons d'autres procédés qui permettront, dans une certaine mesure, d'assurer un trafic à peu près régulier même lorsque la visibilité sera trop mauvaise pour suivre à vue les balises lumineuses.

Les phares de balisage utilisés dans l'aéronautique peuvent se classer en trois grandes catégories:

1°. — Les phares dits de 100 km. qui sont placés aux extrémités d'une ligne aérienne et aux points importants de l'itinéraire, (croisement de deux lignes, changement de cap, etc...).

En général, ils sont situés à proximité immédiate d'un terrain d'at-

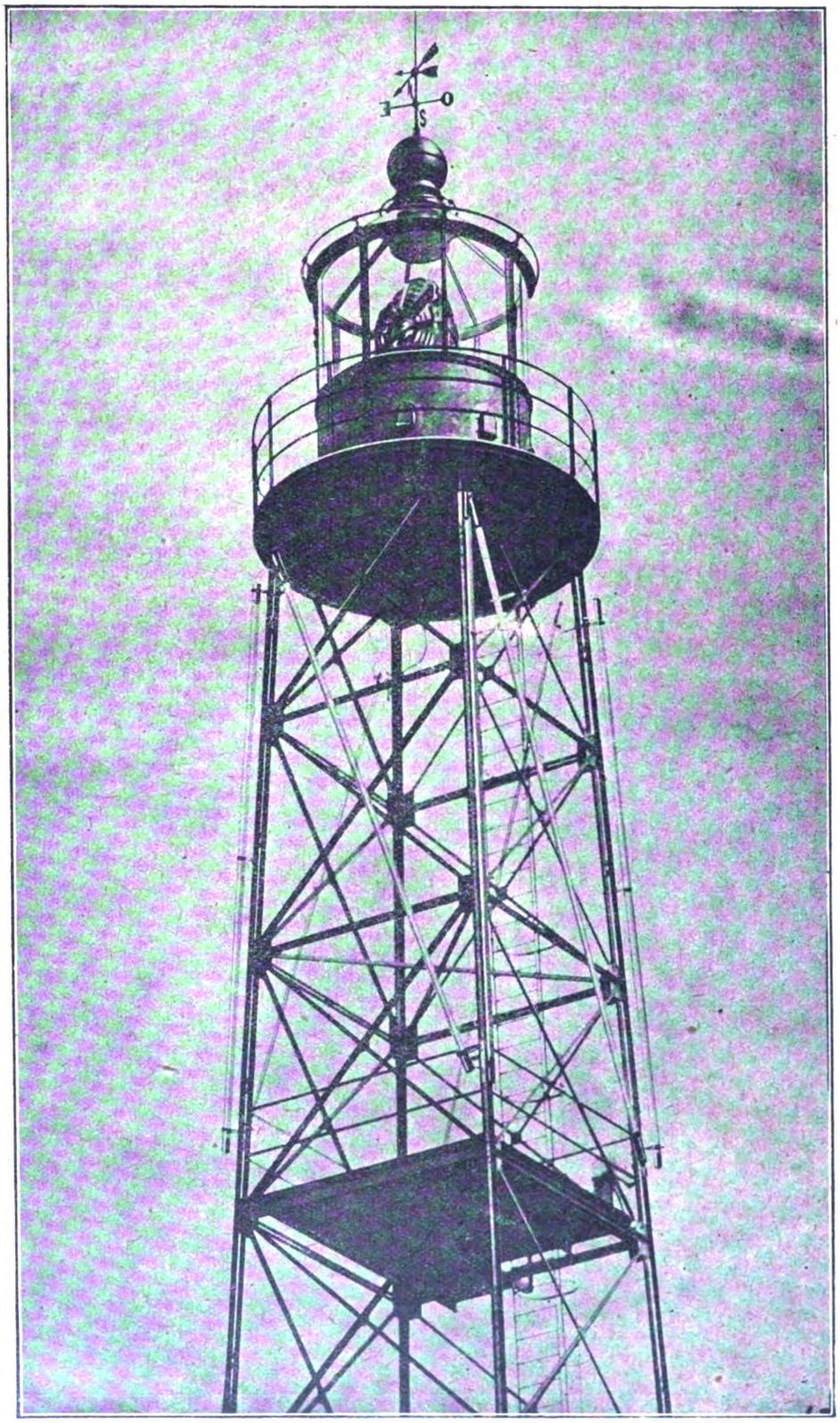


FIG. 1.

Phare feu éclair du type Bourget BBT.

Digitized by Google

terrissage et sont du type à « éclats ».

2°. — Les phares dits de 40 km., qui sont placés sur les terrains d'atterrissage intermédiaires et qui caractérisent le terrain en donnant un signal déterminé. Ils sont du type à « éclipses ».

3°. — Les feux de jalonnement. ce sont des balises lumineuses peu puissantes, généralement colorées en rouge, placées le long de la route à une distance d'environ 20 km. les unes des autres.

Enfin, il existe des phares à très grande puissance qui n'entrent dans aucune de ces trois catégories et qui sont situés aux deux plus grands centres aéronautiques français : Paris et Lyon.

Grâce au développement considérable des secteurs électriques, l'énergie généralement employée pour l'alimentation de ces phares est l'énergie électrique. Les phares à acétylène qui ont rendu tant de services pendant la guerre, tendent de plus en plus à disparaître, et ne servent plus guère que comme moyens de secours.

Nous allons à titre d'exemple donner la description et les caractéristiques de quelques phares de chacune de ces catégories.

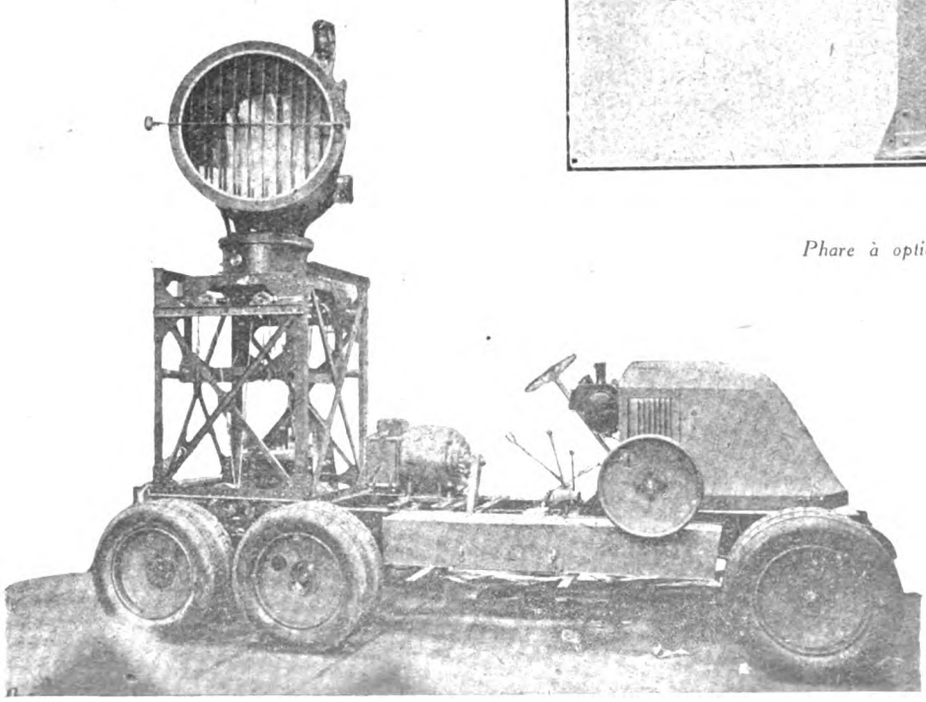


Fig. 2.

Phare de 100 kms Bréguet.

Fig. 3.

Phare à optique double Sautter-Harlé.

I. — **Phares à éclats de 100 km.**

Phare feu éclair du type Bourget Barbier Bénard et Turenne. — (fig. 1). Ce phare est constitué par un appareil optique d'une distance focale de 0 m. 300 enfermé à l'intérieur d'une lanterne avec coupole vitrée, d'un diamètre intérieur de deux mètres et permettant de faire le service par l'intérieur.

L'optique de l'appareil est composée de 4 panneaux sous tendant 90° dans le plan horizontal, présentant le caractère d'un éclat régulier. L'éclairage normal est assuré par une lampe électrique à incandescen-

Digitized by Google

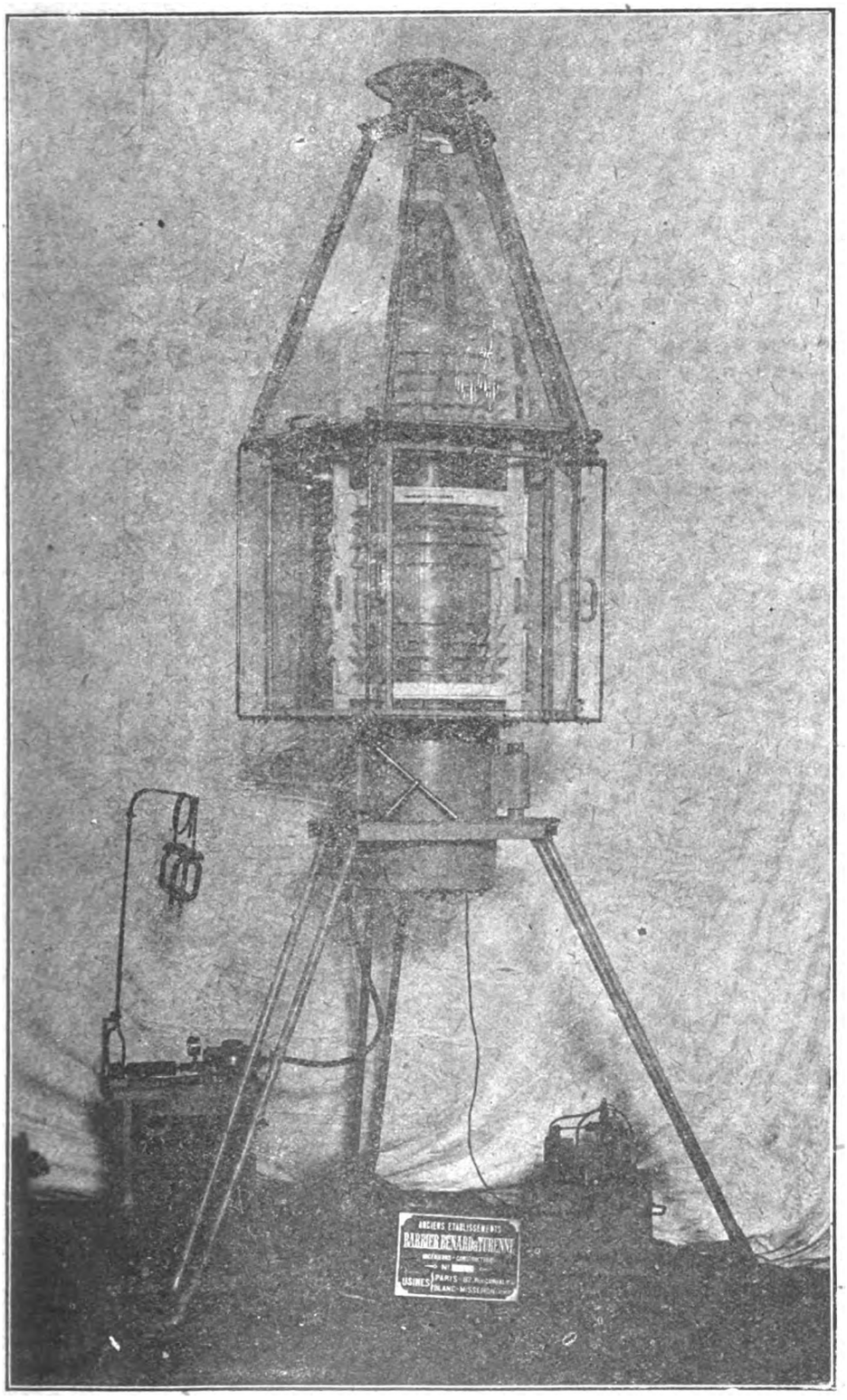


FIG. 4.

Phare à éclipses à optique double de 4e ordre BBT

ce de 8.000 bougies, l'éclairage de secours étant assuré par un groupe de brûleurs à l'acétylène dissous. Un petit moteur universel entraîne le dispositif optique dans un mouvement de rotation dont la vitesse détermine la fréquence et la durée des éclats.

L'intensité lumineuse hors l'optique avec la lampe à incandescence de 4 kilowatts est d'environ 2 millions 700.000 bougies décimales. La portée qui, par temps moyen est d'environ 80 kilomètres peut atteindre 200 km. par nuit particulièrement claire.

Ce phare au Bourget, est monté sur un pylône métallique à l'extrémité nord du terrain. Il peut également être installé sur un châssis Citroën à chenilles, ce qui permet de le placer sur tous les terrains. L'énergie nécessaire à son alimentation est alors fournie par le moteur de la voiture qui peut être embrayé avec une génératrice électrique.

Phare de 100 km. Bréguet. (fig. 2). — La maison Bréguet a établi un phare de balisage constitué par un projecteur à miroir de 0 m. 90 d'ouverture qui tourne autour de l'axe vertical passant par le foyer du miroir, la source lumineuse restant fixe. Un jeu d'engrenages permet d'obtenir des vitesses de rotation variant entre 3 et 30 tours par minute. Un dispositif d'occultation à volets permet la signalisation, le projecteur étant préalablement dirigé dans la direction choisie; la commande de ce dispositif peut s'effectuer soit à la main, soit en automatique.

Ce phare utilise une lampe à incandescence de 8.000 bougies, alimentée soit par le secteur, soit par un groupe électrogène.

Un projecteur de ce type a été installé sur un châssis élévateur monté sur voiture 6 roues Renault.

L'alimentation est, dans ce cas, assurée par une génératrice de 5 kilowatts entraînée par le moteur du véhicule. L'ensemble constitue un phare autonome pouvant facilement se déplacer sur tous les terrains.

Sa portée est d'environ 80 km.

Phare Sautter Harle à optique double (fig. 3). — Cet appareil se compose de deux projecteurs de 90 centimètres, à réflecteur argenté ou doré, à plusieurs segments, de telle façon que pour faire varier l'apparence des feux, il suffit de faire pivoter les segments qui sont montés sur charnières. Ce phare permet de réaliser des feux à éclats réguliers de 2, 3, 4, 5 éclats ou des feux à groupes complexes.

Ces deux projecteurs sont placés l'un au-dessus de l'autre, et disposés de telle façon que les faisceaux produits par les miroirs puissent se su-

Digitized by Google

perposer, leurs apparences étant les mêmes.

La principale particularité de ce phare réside dans l'emploi de deux lampes de construction différente: la première est à filament rectiligne donnant un faisceau de grande ouverture dans un plan vertical; la seconde, au contraire, est à filament groupé produisant un faisceau d'angle de divergence aussi petit que possible.

Cette disposition permet le repérage du phare jusqu'à la verticale. La puissance des lampes est de 1.500 watts sous une tension de 110 volts. Le mouvement de rotation de l'ensemble est obtenu par un moteur triphasé muni de pignons spéciaux pour obtenir le changement de vitesse de rotation correspondant à l'apparence choïsie.

II. — **Phares à éclipses de 40 km.**

Phare à éclipses à optique double de 4e ordre B.B.T. (fig. 4). — Ce phare est constitué, d'une part, par une optique de 4e ordre, c'est-à-dire de 50 cm. de diamètre intérieur composée de 11 éléments dioptriques, d'autre part, par une demi-optique de 50 cm. de diamètre composée de 6 éléments dioptriques.

Cette optique double est enfermée à l'intérieur d'une lanterne hexagonale.

Deux lampes électriques de 3.000 bougies et deux groupes de brûleurs à flamme nue à acétylène sont placés à l'intérieur du phare. Ces deux systèmes d'éclairage peuvent se substituer l'un à l'autre par une simple manœuvre.

Le courant des lampes est ouvert ou fermé par suite de la rotation d'une came, produisant ainsi des périodes successives de lumière et d'obscurité suivant le code Morse. Le mouvement de la came est produit par un mouvement d'horlogerie. La portée moyenne de ce phare est d'environ 50 km.

Phare d'horizon Sautter Harle (fig. 5). — Il comprend une lanterne au centre de laquelle sont placés deux réflecteurs qui créent une nappe lumineuse sur tout l'horizon. La source est constituée par une lampe à incandescence de 2 kilowatts, à filament horizontal. Un support disposé au centre de la lanterne permet le centrage du filament et l'immobilisation de la lampe dans sa position correcte.

Entre la périphérie de la lanterne et les réflecteurs, est placé un système d'écrans mobiles commandé par un petit moteur électrique. Ces écrans, formés de lames de dimensions appropriées, provoquent en tournant des éclipses correspondant au signal Morse indicatif du phare.

Un dispositif élévateur, très ingénieux, monté sur remorque à deux roues, permet d'amener le plan focal du phare à 6 m. au-dessus du sol. La portée de ce phare est d'environ 50 km. par temps clair.

III. — **Feux de jalonnement.**

Phare au néon, type de 3 kilowatts, Barbier Bénard (fig. 6). — Ce phare est constitué par 6 tubes au néon, en forme de V renversé, dont l'ensemble forme un tronc de cône, les électrodes étant à la partie inférieure.

Ces tubes sont montés sur des

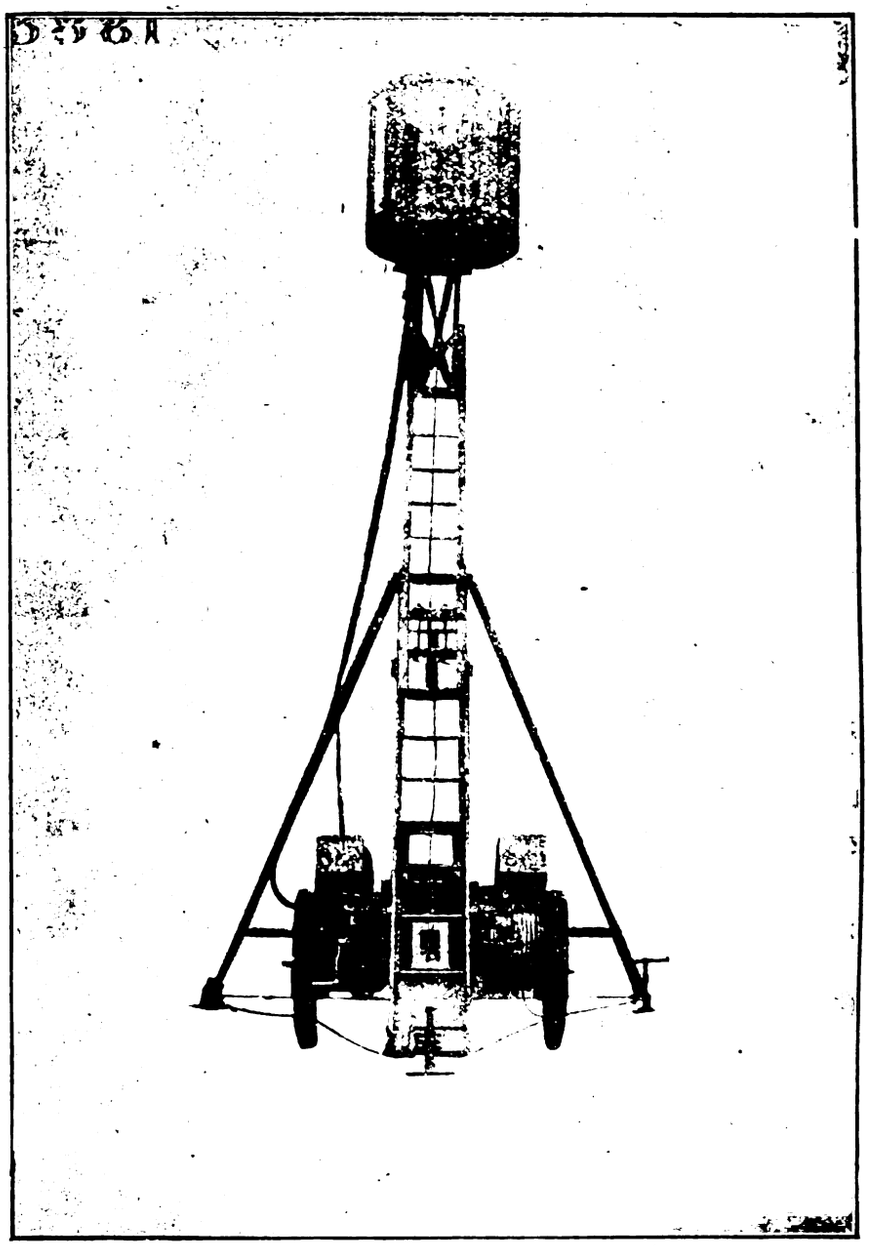


FIG. 5.

Phare d'horizon Sautter-Harlé.

Digitized by Google

supports métalliques constitués par 6 crochets et 4 montants entretoisés par deux cercles.

Les crochets garnis de caoutchouc portent les tubes et les cercles, les maintiennent en place par l'intermédiaire de colliers garnis de bagues de caoutchouc.

Les tubes et leurs supports sont montés sur une cabine étanche qui protège un transformateur survolteur.

Tout l'ensemble peut être disposé soit sur une plate-forme, soit sur une terrasse, soit sur un pylône dont la hauteur dépend des obstacles environnants.

A un endroit jugé convenable par exemple au pied du pylône se trouve une armoire métallique comportant l'appareillage électrique nécessaire, tel que: interrupteurs, fusibles, lampes témoins, selfs, éclipseur électrique, compteur, interrupteur horaire à remontage automatique.

L'éclipseur électrique porte une came qui, convenablement taillée, permet de faire émettre à l'appareil un indicatif très net qui peut être l'une des lettres de l'alphabet Morse.

Les 6 tubes au néon sont groupés dans le cas d'alimentation par courant alternatif triphasé par séries de deux de façon à équilibrer les phases.

Le diamètre des tubes est de 11 millimètres, la longueur de chaque branche de V est de 1 m. 75.

La consommation de l'ensemble est de 3 kilowatts.

D'après de récents essais, la portée par temps moyen est d'environ 25 kilomètres.

Plusieurs de ces phares sont en service sur la ligne Paris-Londres et Paris-Marseille.

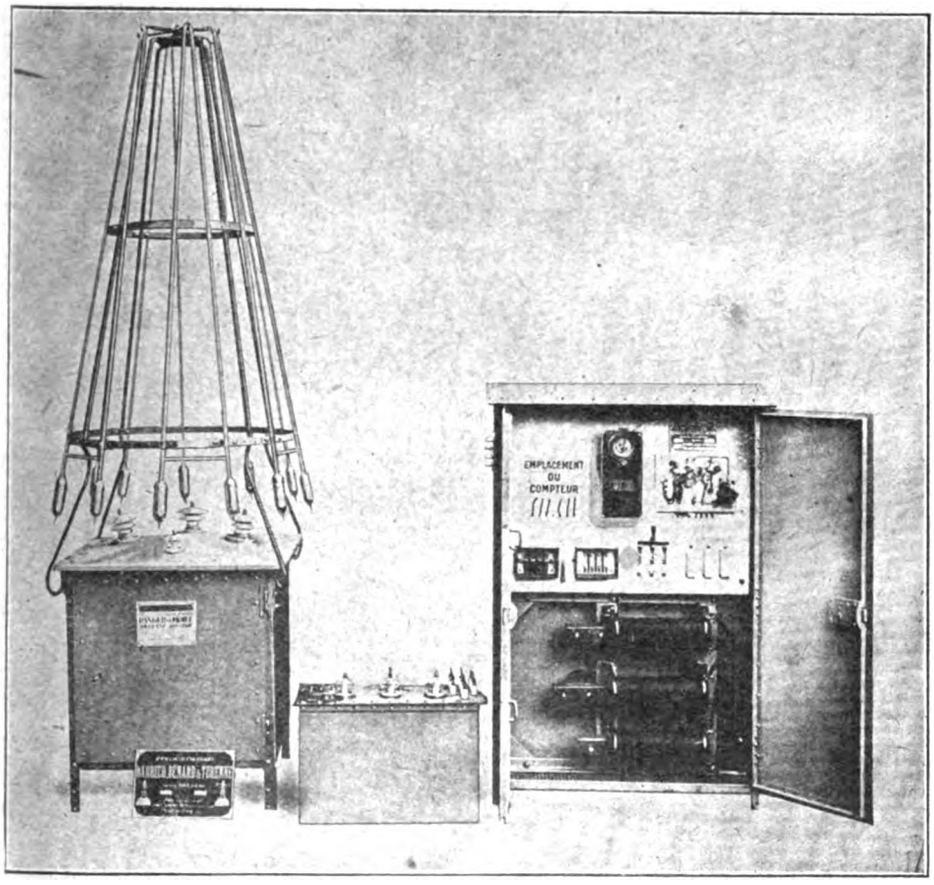


FIG. 6.

Phare au néon BBT — Type 3KVA.

Phares au néon de l'Electroluminescence.— Ce phare, analogue dans son principe au phare B. B. T. utilise des tubes intensifs de gros diamètre; il comporte, en outre, plusieurs particularités intéressantes.

Les tubes rectilignes placés horizontalement, sont superposés, un réflecteur étant placé à la partie inférieure. Deux groupes de trois tubes, de longueur différente, sont montés en parallèle deux par deux sur chacune des phases du secteur triphasé; normalement, les trois tubes les plus courts, seuls, sont allumés. Si, par suite d'un accident, le tube court vient à s'éteindre, la surtension créée par la coupure met en route le tube long qui se substitue automatiquement au précédent.

Le commutateur compore, en plus de la came correspondant au signal Morse, un dispositif permettant le clignotement du feu à une fréquence très rapide, ce qui diminue sensiblement de moitié, la consommation moyenne.Celle-ci est d'environ 2 kilowatts. La portée par temps clair est d'environ 30 km.

Quelques feux de ce type sont en service sur la ligne Paris-Bruxelles.

⁂

Il existe actuellement en France un nombre de types de phares de balisage beaucoup plus grand que celui que nous venons d'indiquer. Souvent ces appareils ont été réalisés en vue de résoudre un problème particulier. En effet, la diversité des terrains survolés, et les climats différents des régions traversées, posent pour chaque ligne des problèmes différents.

Nous avons simplement voulu dans cette étude, donner une idée générale sur la question du balisage lumineux des lignes aériennes, et montrer quelques types de phares caractéristiques.

Au cours de ces dernières années, un sérieux effort a été poursuivi et de nombreux phares nouveaux ont été construits par les différentes maisons d'éclairage et de balisage. Grâce à la variété des modèles établis, les utilisateurs peuvent, dans tous les cas trouver les appareils correspondant exactement à leurs besoins.

Gilbert Ernst

Digitized by Google

BOURSE DE PARIS du 10 Août au 10 Septembre

COURS DES MERCREDI ET VENDREDI (la Bourse était fermée le 15 Août)

DESIGNATION DES VALEURS	13	20	22	27	29	3	5	10
Accumul. électr. Dinin. ..... ex-c. 32	410	405	405	400	400	395	395	400
Alsthom (const. élec. et méc.).. c. 1 att.	1240	1240	1245	1211	1225	1185	1200	1190
Applications industrielles. . . . . ex-c. 25	779	769	755	745	769	785	794	780
Bretonne d'électricité (Sté). ... ex-c. 7	590	590	590	582	600	591	590	587
Câbles télégraphiques. . ..... ex-c. 20	361	355	356	355	379	389	398	380
Centre électr. act. 500 fr..... ex-c. 16	1546	1545	1545	1545	1548	1540	1544	1549
Distrib. électr. de l'Ouest. ..... ex-c. 10	1095	1100	1100	1080	1100	1110	1105	1100
Eclair. force électr. (250 fr.).... ex-c. 10	1685	1715	1710	»	1670	1700	1729	1730
Edison (C° Continentale) B.... ex-c. 66	1330	1330	1280	1275	1330	1319	1320	»
— parts de fondateur. . ..... ex-c. 43	1760	1773	1799	1782	1782	1800	1816	1815
Electricité de Caen. . ..... ex-c. 32	571	585	571	555	585	601	630	625
Elec. et gaz de la B. Moselle.. c.10 att.	606	600	620	570	585	570	570	579
Elect. de Limoges . ..... ex-c. 38	573	570	565	565	»	568	600	566
Elect. de Paris. . ..... c.24 att.	1745	1735	1730	1710	1720	1750	1710	1750
— parts. . . .. c.24 att.	18000	18145	17645	17610	18050	18500	18500	18800
Elect. de la Seine, parts..... ex-c. 1	»	9100	9000	8950	»	9025	9295	9255
Elect. du Nord (C°)..... ex-c. 24	1080	1074	1074	1060	1060	1065	1070	1070
Energ. Elect. (C° Cent. d')..... c.19 att.	1395	1400	1375	1350	1375	1378	1450	1430
— Basse Loire R. . ..... ex-c. 10	937	929	891	900	900	912	915	891
— Haute-Garonne. . . .. c. 1 att.	555	558	558	553	560	558	564	564
— Sud-Ouest ord. . ..... ex-c. 17	1550	1566	1570	1560	1569	1580	1580	1580
— — prior. . . . . ex-c. 10	1561	1577	1560	1561	1565	1575	1585	1580
Est électr. ord. . ..... ex-c. 11	1375	1370	1280	1290	1275	1270	1315	1285
Force et Lumière. . ..... ex-c. 21	475	480	485	485	487	525	530	520
Générale Electr. (Nancy) A. .. c. 5 att.	185	»	»	»	»	186	187	160
— — B. . . . ex-c. 3	275	»	»	»	»	279	277	277
Havraise d'énergie. . ..... ex-c. 39	1400	1400	1404	1398	1435	1545	1515	1505
— act. de jouiss. . ..... ex-c. 37	1181	1181	1181	1183	1189	1240	1220	1235
Hydro électr. d'Auvergne. ..... ex-c. 19	1576	1570	1579	1550	1650	1605	1649	1634
Ind. Electr. (Sté Générale)..... c.22 att.	1185	1225	1211	1200	1244	1259	1250	1260
Lorraine d'électr. (C°). . ..... ex-c. 14	499	511	495	495	520	530	539	530
Nantaise d'écl. et force. ..... ex-c. 26	658	635	640	620	633	630	648	640
— priorité. . . .. ex-c. 10	592	600	619	601	619	619	624	615
— parts. . . .. ex-c. 11	1476	1490	1500	1500	1500	1505	1524	1491
Radio électrique. . . .. ex-c. 17	186,50	186	185	187	192	189	188	186
Radio France, act. B. . ..... ex-c. 6	517	519	516	515	511	514	513	520
— parts. . . .. ex-c. 4	85	80	82,50	80,50	82	85	88	89
Société Gramme. . . .. ex-c. 33	2210	2300	2245	2295	2275	2320	2375	2380

N. B. — Nous nous contentons de reproduire les cours donnés par les Cotes quotidiennes. Aussi nous déclinons toute responsabilité quant aux cours mentionnés que nous publions sous toute réserve et sans garantie.

Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

Emploi des redresseurs à oxyde de cuivre pour l'alimentation totale

Nous rendons compte à cette place, de toutes les nouveautés qui nous sont soumises et ce, dans des conditions de totale indépendance.

L'analyse que nous en donnons est donc entièrement libre, ce qui nous permet d'en garantir la teneur.

Cela nous permet en même temps d'écarter tout sujet de médiocre intérêt et ce, pour le plus grand avantage de ses lecteurs.

NOTRE titre, qui peut paraître banal en ce temps de « problèmes définitivement résolus » n'en scelle pas moins des solutions originales.

Disons même que certains côtés de la question n'ont guère été mis en lumière et que leur éclaircissement est aujourd'hui d'un intérêt de premier plan.

Nous voulons parler de l'emploi des *Condensateurs électro-chimiques* et des avantages divers qui y sont attachés.

Voyons d'abord le PROBLÈME DE L'ALIMENTATION, puisque problème il y a.

Celui-ci est défini par les nécessités mêmes de l'alimentation, lesquelles peuvent être ramenées à DEUX CAS.

Le premier est celui d'un poste à 4 lampes (à écran en H.F.) et qui demande de 150 à 200 volts plaque sous un débit de 25 à 30 millis.

Quant à la consommation du chauffage, elle est de 4 volts sous un débit de 0,5 à 1 ampère, suivant les types de lampes utilisées.

Dans le second cas, qui est celui d'un récepteur classique à 6 lampes, il faut compter avec un débit plaque de 30 à 40 millis.

La tension plaque peut être utilement portée à 150 volts, en particulier dans le cas où l'on utilise une trigrille B. F.

La solution qui s'applique à ces deux cas est unique, ce qui simplifie au possible toutes les dispositions et particularités à envisager.

Cette solution est celle apportée par l'emploi des REDRESSEURS A OXYDE DE CUIVRE du type OXYMÉTAL.

Nous donnons dans la figure suivante, un exemple de réalisation.

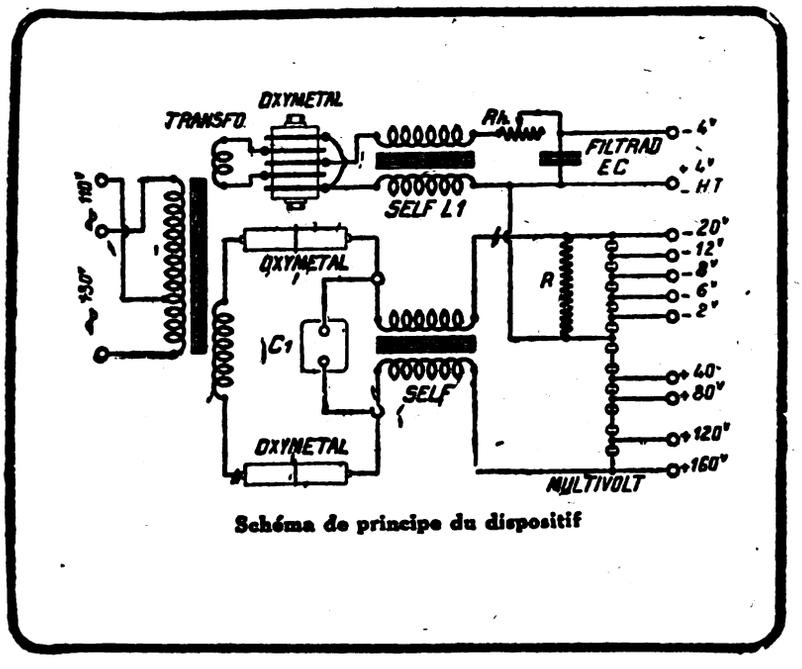


Schéma de principe du dispositif

La construction est des plus facile, grâce au matériel CROIX.

On trouve en effet, dans celui-ci, des assemblages : Transfo et oxymétal H. et B.T., ce qui fait qu'il ne reste plus, pour terminer le montage, qu'à ajouter à la suite : 1° un *bloc* DE SELFS DE FILTRAGE et 2° le ou les CONDENSATEURS ÉLECTRO-CHIMIQUES.

L'ensemble : transfo et oxymétal porte dans la nomenclature CROIX le n° de série : 6 A. 160 B I.

Le rendement global du redresseur est très intéressant, de l'ordre de 70 %.

FILTRAGE.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le filtrage se fait de la même façon pour les courants de haute tension : par self et capacité. On sait que le filtrage basse tension nécessite des capacités. On sait que le filtrage basse tension nécessite des capacités considérables — 10.000 microfarads au moins — qui ne peuvent être obtenues qu'avec les condensateurs électro-chimiques.

Digitized by Google

Les deux selfs à double enroulement chacune se trouvent incluses dans le même carter, ce qui simplifie encore le montage de l'appareil.

Leur numéro de nomenclature est S L. 1.

Mais le grand, le véritable intérêt du système est l'emploi des CONDENSATEURS ÉLECTRO-CHIMIQUES.

MULTIVOLT.

Ceux-ci présentent en effet trois avantages très précieux et qui sont :

1° Régulariser la tension en jeu, grâce au léger courant de fuite qui traverse les cellules, ce qui élimine en même temps les *ronflements* et *bruits de secteur.*

2° Toujours, grâce au courant de fuite qui passe à travers la résistance interne, d'utiliser celle-ci comme *diviseur de tension* et *résistance de polarisation.*

3° Le plus grand avantage du procédé et dont nous sommes, dans la presse technique, les premiers à parler, est le suivant :

C'est l'effet de shunt absolu créé par les capacités électrochimiques, dont la réactance capacitive est pratiquement nulle, ce qui fait, en pratique, que le récepteur cesse de fonctionner *en charge sur* le secteur.

Tout se passe alors comme si l'on avait un appareil bien isolé par rapport au sol et alimenté entièrement par continu fourni par des batteries séparées.

On voit, au point de vue RÉSULTATS, que c'est le meilleur moyen de récupérer sûrement la SENSIBILITÉ que l'on ne pouvait obtenir antérieurement, quand on utilisait une alimentation sur secteur.

Il est donc possible maintenant, d'alimenter n'importe quel récepteur si sensible soit-il, sans modification aucune, sur le courant alternatif, avec un appareil ne nécessitant aucune réparation ultérieure. Son prix d'achat est donc définitif, l'*Oxymétal* et le condensateur *Multivolt* étant d'une durée de fonctionnement à peu près illimitée dans les conditions normales d'emploi.

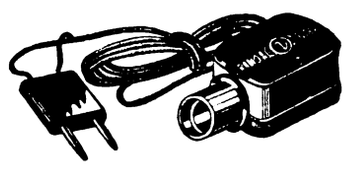
L'utilisation de capacités aussi considérables que celle des condensateurs électrochimiques est une garantie absolue du fonctionnement silencieux du redresseur.

Nos lecteurs peuvent donc essayer sans crainte ce nouveau dispositif, ils se rendront compte que la vieille formule : « Une prise de courant... et c'est tout ! » n'est plus, à présent, un vain mot.

Le Pick-Up LŒWE

La reproduction électrique des disques de machines parlantes jouissant d'une faveur toujours croissante, le nombre des lecteurs électro-magnétiques ou pick-up, que l'on peut actuellement trouver sur le marché est de plus en plus important.

Or le pick-up est l'âme d'une bonne reproduction, et de lui dépend en grande partie la qualité de l'audition. Le nouvel appareil dont nous voulons vous



parler, type L R 92 des Etablissements Lœwe-Radio, est en mesure de satisfaire les plus exigeants.

Il se présente sous la forme d'un boîtier rectangulaire en matière moulée pouvant s'adapter à un bras quelconque de phonographe ou de pick-up, grâce à un manchon fixé sur l'un des côtés et recouvert d'un tube de caoutchouc. Ce boîtier est hermétiquement clos, de façon à prévenir tout apport de poussières dans les organes du moteur. Ce dernier comprend essentiellement deux aimants en acier au cobalt, solidement fixés sur un bâti en métal diamagnétique à l'aide de deux vis et d'une pièce en U en métal diamagnétique également, qui, quoique de dimensions très restreintes, sont très puissants, dans l'entrefer desquels se déplace une palette de fer doux commandée par l'aiguille. Le bobinage, d'une résistance d'environ 1.000 ohms, entoure cette palette.

La grosse difficulté, dans la construction d'un pick-up, réside dans la suspension et l'amortissement de la palette vibrante. Ici le problème est résolu de façon élégante et simple : un axe d'acier traversant le porte-aiguille, prenant appui sur le bâti d'une part et sur la pièce en U d'autre part, constitue la suspension ; au point de vue amortissement, nous avons quatre rondelles épaisses de caoutchouc : deux sur l'axe empêchant tout glissement de la palette, et deux à l'autre extrémité de celle-ci la maintenant rigoureusement cintrée dans l'entrefer des aimants. Il n'y a ainsi aucun bruit et aucun choc, même dans les grands « forté ». Enfin la vis de serrage de l'aiguille est très robuste et ne risque pas de rester dans la main d'un opérateur pressé ou quelque peu brutal.

Le cordon de liaison est terminé par une fiche à deux broches pouvant se placer dans le contrôleur de volume de son, type T R 93, étudié pour être le

complément normal du pick-up L R 92. Ce contrôleur est un potentiomètre d'environ 4.000 ohms, présenté dans un boîtier nickelé. Deux douilles placées à la partie supérieure reçoivent la fiche du pick-up ; deux broches fixées au-dessous permettent de l'adapter à l'ampli, les connexions nécessaires au fonctionnement en volume-contrôle sont réalisées à l'intérieur.

Digitized by Google

Notes sur l'emploi des blocs d'accord

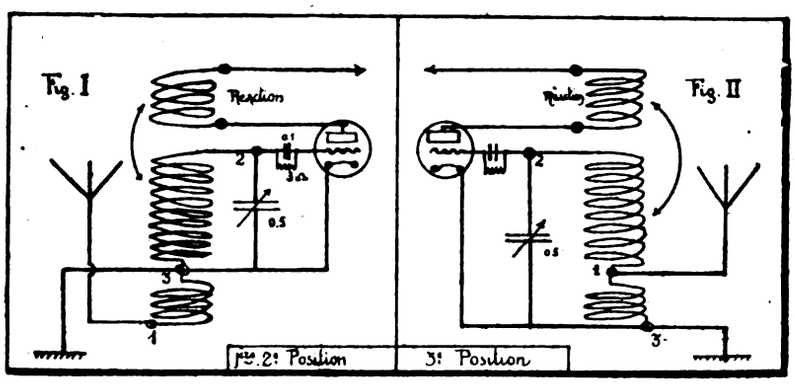
Il s'agit, comme notre titre le laisse deviner, des SYSTÈMES D'ACCORD FIXES qui remplacent de plus en plus les SELFS AMOVIBLES.

Les schémas que nous en donnons ci-dessous sont d'application universelle, mais pour raisonner sur un cas concret, nous discuterons sur des Blocs Jackson numéros 2.000, 2.002, 2.442 A.

Ceux-ci procurent, en circuit d'antenne, une sélectivité remarquable quand le branchement est effectué celon les figures 1 et 2 ci-dessous.

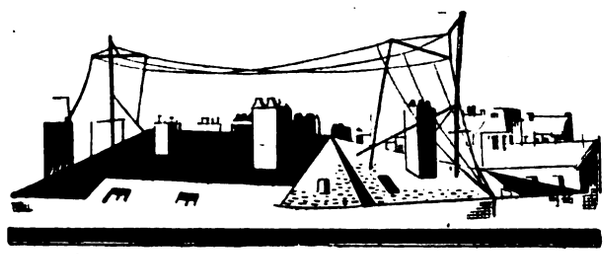
Ce type de montage dit à « primaire apériodique », est excellent sur toute position lorsque l'usager est à proximité d'émetteurs puissants, à Paris, par exemple.

Mais en province, loin de toutes perturbations, il se peut que les G. O. soient reçues faiblement. Ceci tient à la faible valeur du circuit primaire, de par l'éloignement, l'excès de sélectivité devient un défaut. On peut y pallier aisément par la combinaison suivante. Selon figure ci-dessous, l'antenne est connectée au contact mobile d'un inverse uni-polaire, à faible perte, autant que possible. L'un des contacts fixes est branché à la borne I du bloc (primaire apériodique sélectivité) et l'autre à la borne II du bloc, ce qui correspond au montage « Direct » donnant une puissance maximum et une sélectivité très suffisante en G. O., d'autant plus suffisante que les émetteurs de cette gamme seront plus éloignés.



Il appert, de façon indiscutable, de la facilité d'exécution de ces différentes manœuvres, que ces bobinages peuvent être utilisés avec toutes chances de succès, dans n'importe quelle condition locale et sur n'importe quelle antenne.

Antenne inférieure en longueur à 20 mètres, brancher en A2, Antenne supérieure à 20 mètres, brancher en A1 et chercher la meilleure valeur de C1, pour concilier dans la mesure du possible puissance et sélectivité.



Digitized by Google

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
CENTRE DE CONTROLE
128, Avenue de la Floride - UCCLE-BRUXELLES

CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

Rapport N° 40 — Août 1930

NOTA. — 1. Toutes les mesures figurant dans les graphiques ont été effectuées au Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiodiffusion, à Bruxelles, en partant du diapason standard à 1.000 périodes. L'erreur de mesure varie entre 100 et 300 périodes par seconde suivant l'intensité des signaux reçus, pour ce qui concerne les fréquences de 550 à 1500 kc/s et elle est quelque peu supérieure pour ce qui concerne les fréquences en dessous de 300 kc/s.

2. Les mesures de Bruxelles sont complétées éventuellement par les mesures effectuées au Laboratoire de Contrôle de Berlin du Telegraphen Technisches Reichsamt, au Laboratoire de Contrôle de Tatsfield (près de Londres) de la British Broadcastin Corporation et au Laboratoire de Contrôle de l'Administration des P.T.T. à Prague.

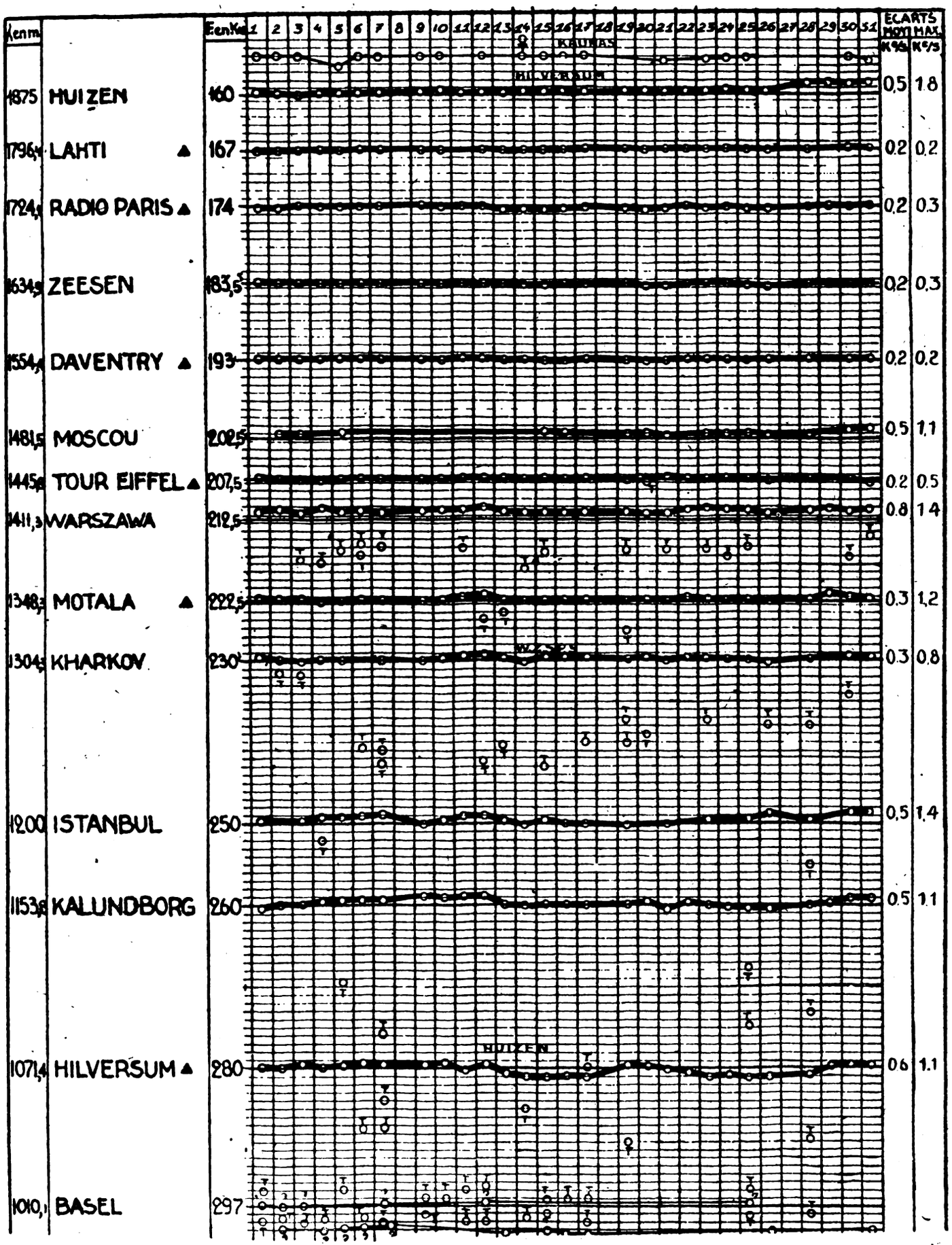
3. Les points d'interrogation indiquent qu'il n'a pas été possible d'identifier la station avec certitude au moment de la mesure.

4. Les valeurs sont indiquées en kilocycles par seconde (Kc/s).

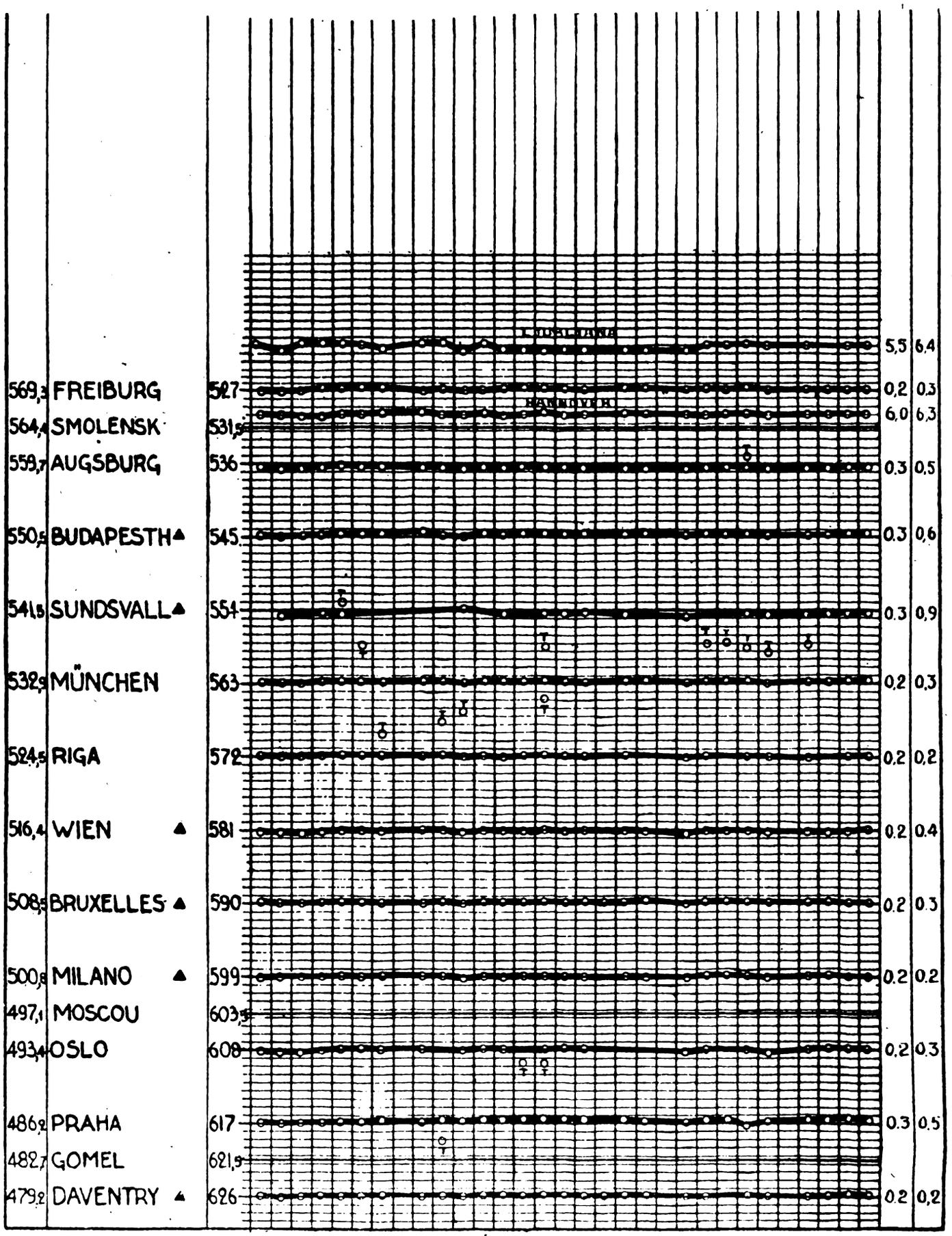
Bruxelles, le 5 Septembre 1930.

Le Président de la Commission Technique,
Directeur du Centre de Contrôle,
Raymond BRAILLARD.

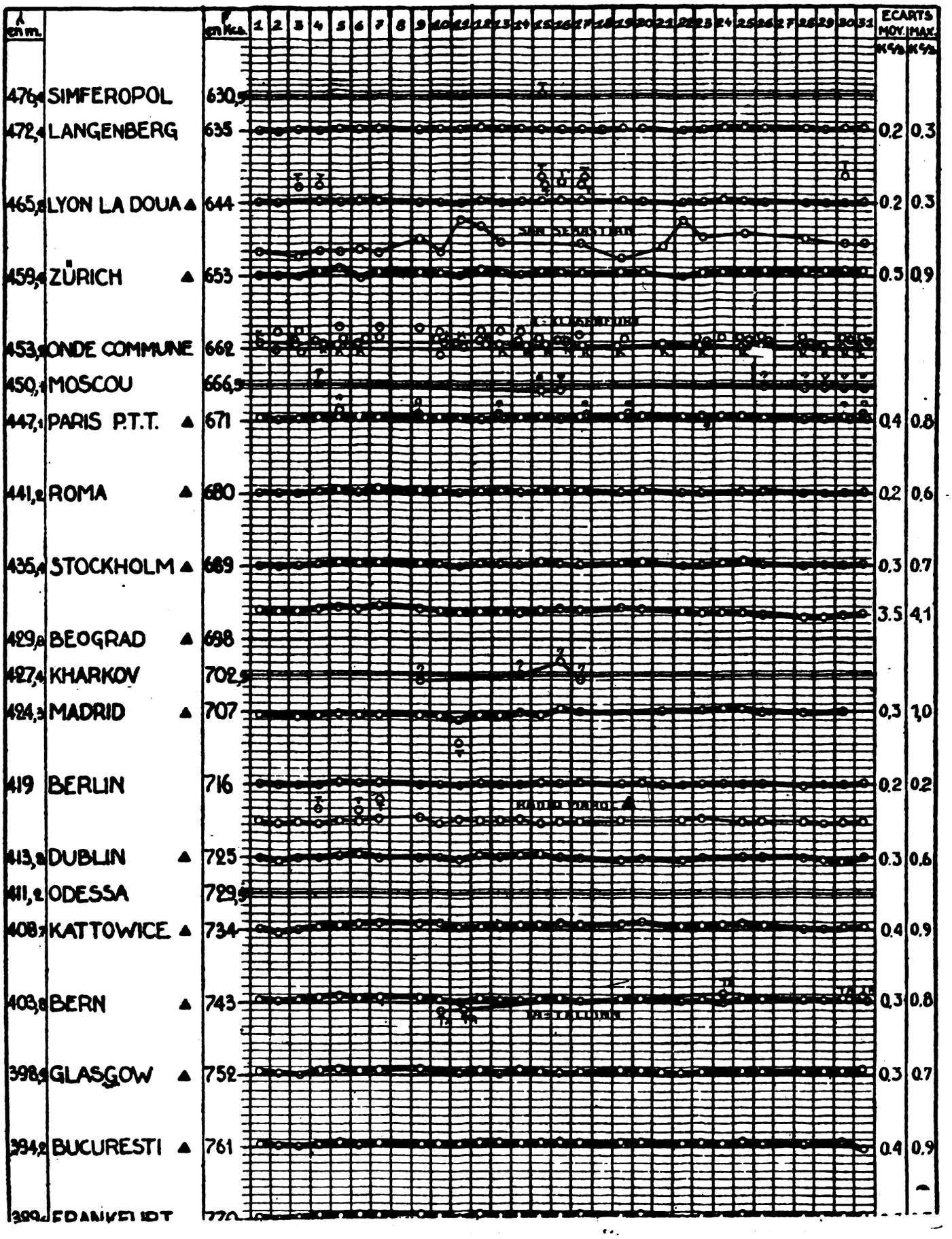
Digitized by Google



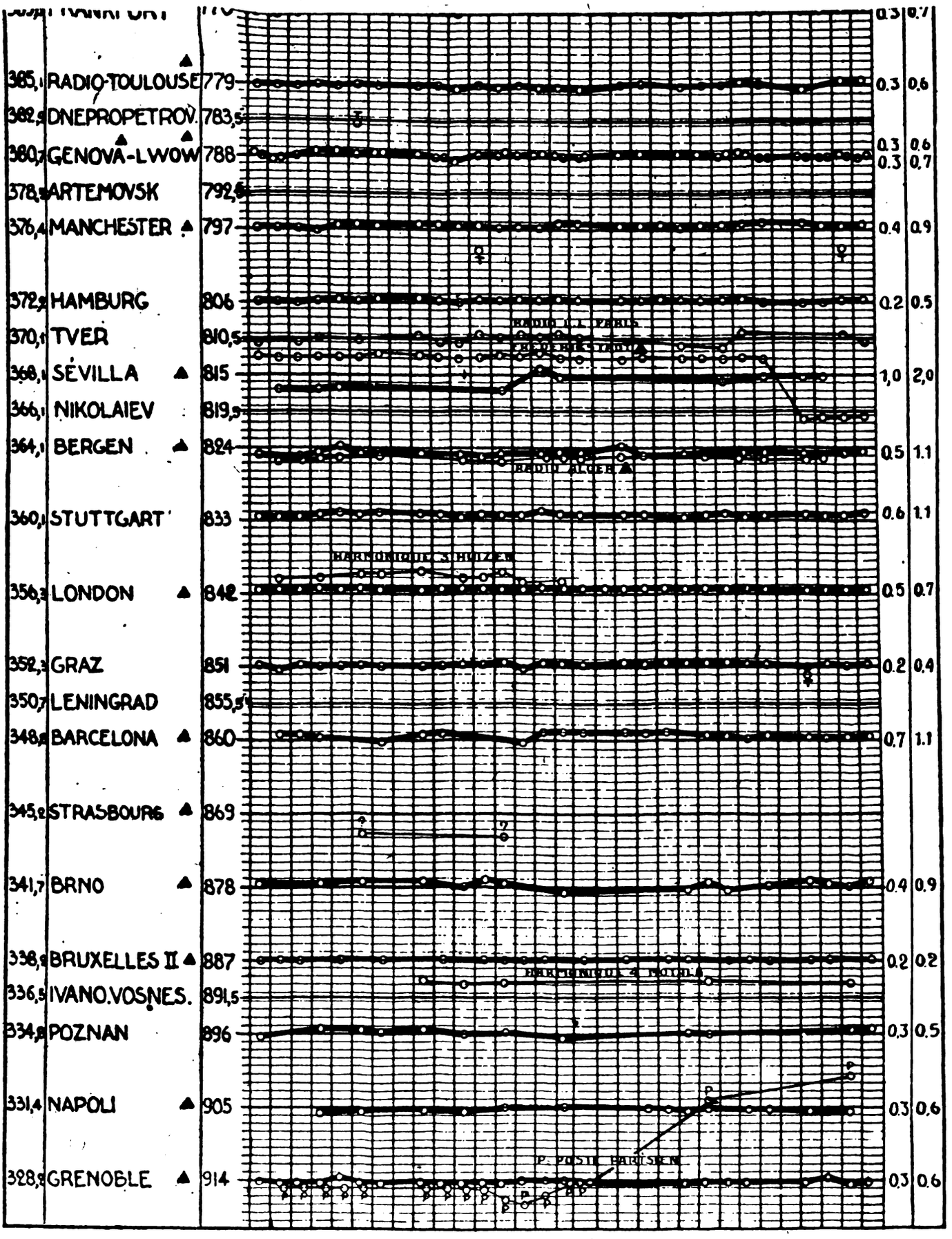
Digitized by Google



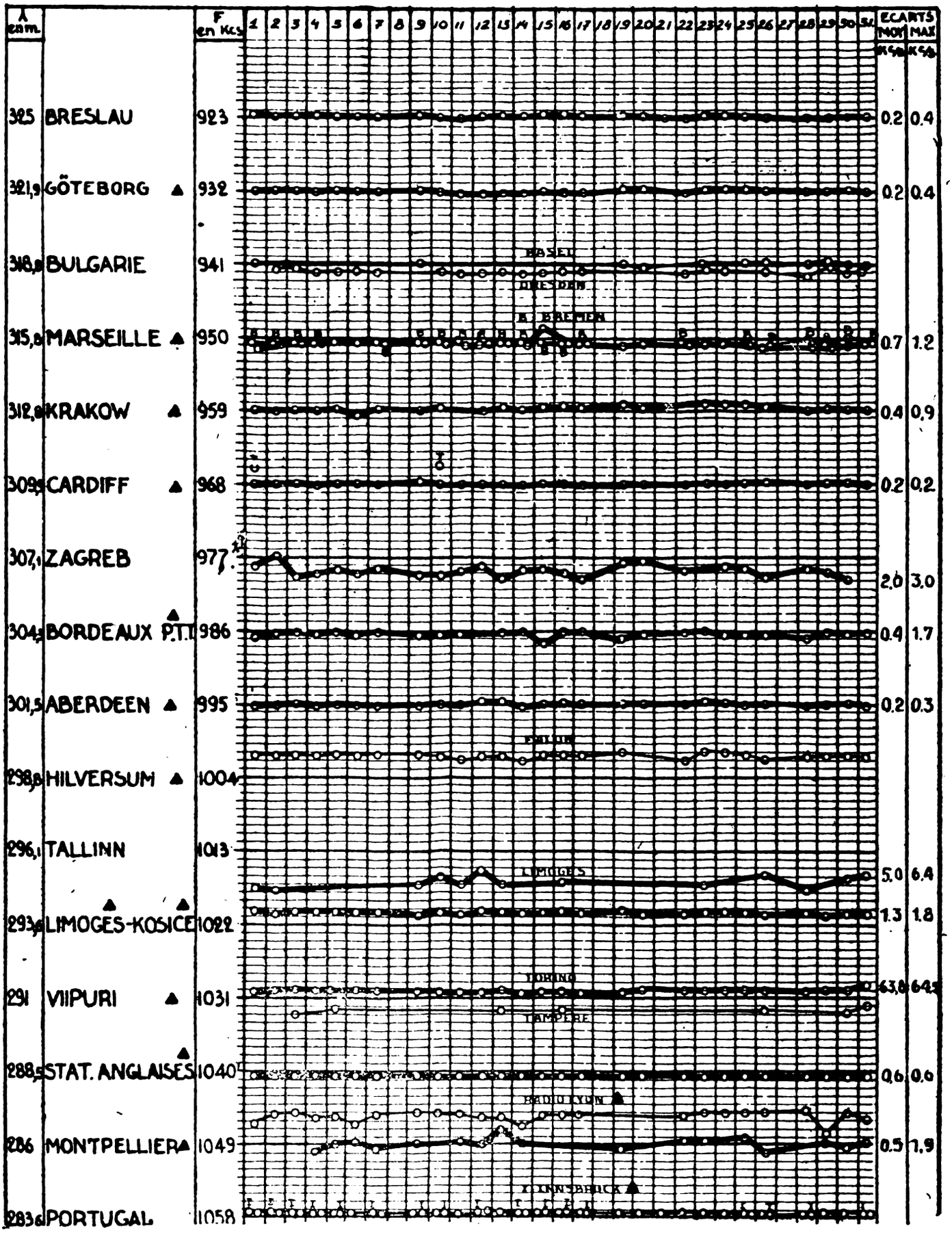
Digitized by Google



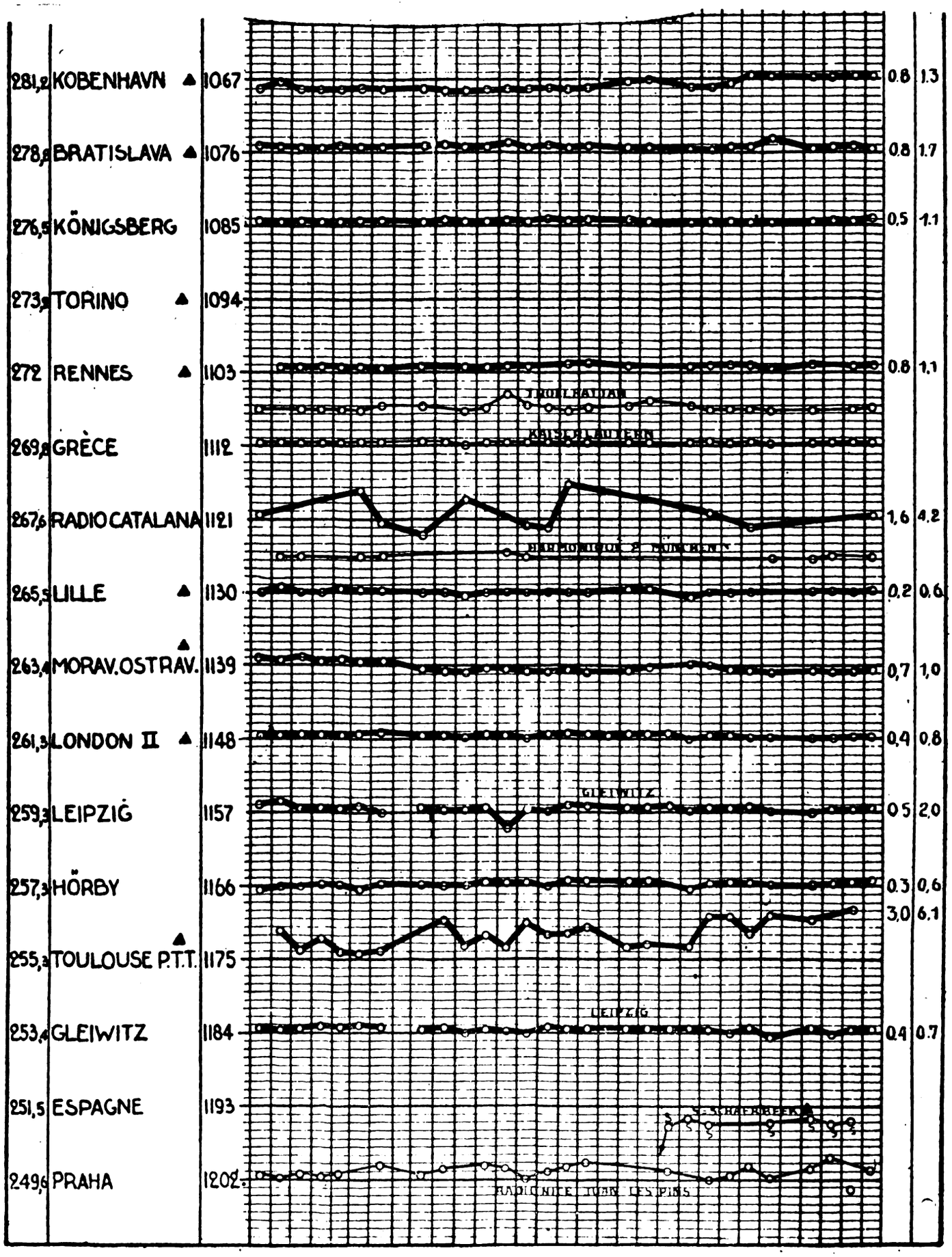
Digitized by Google



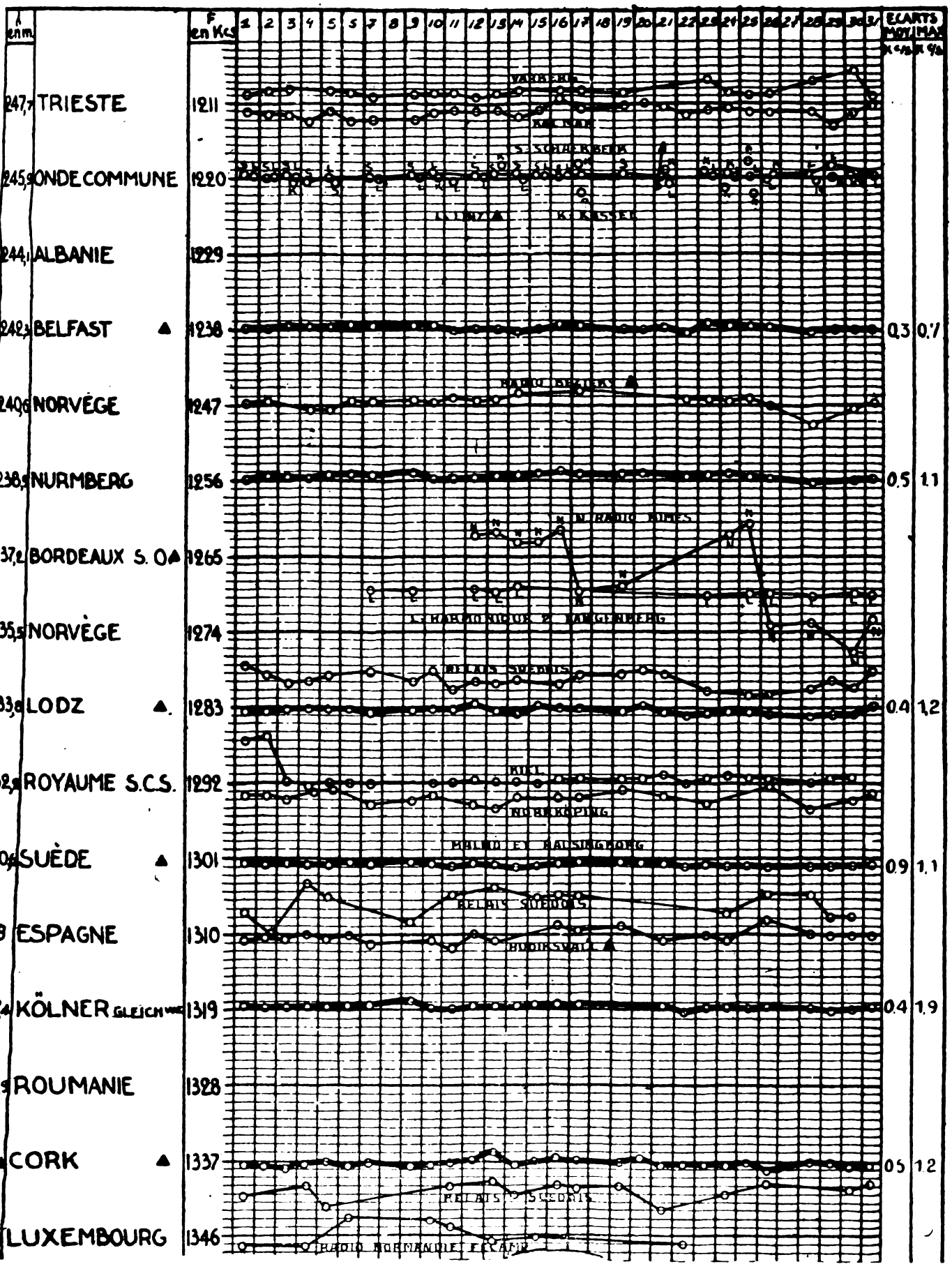
Digitized by Google



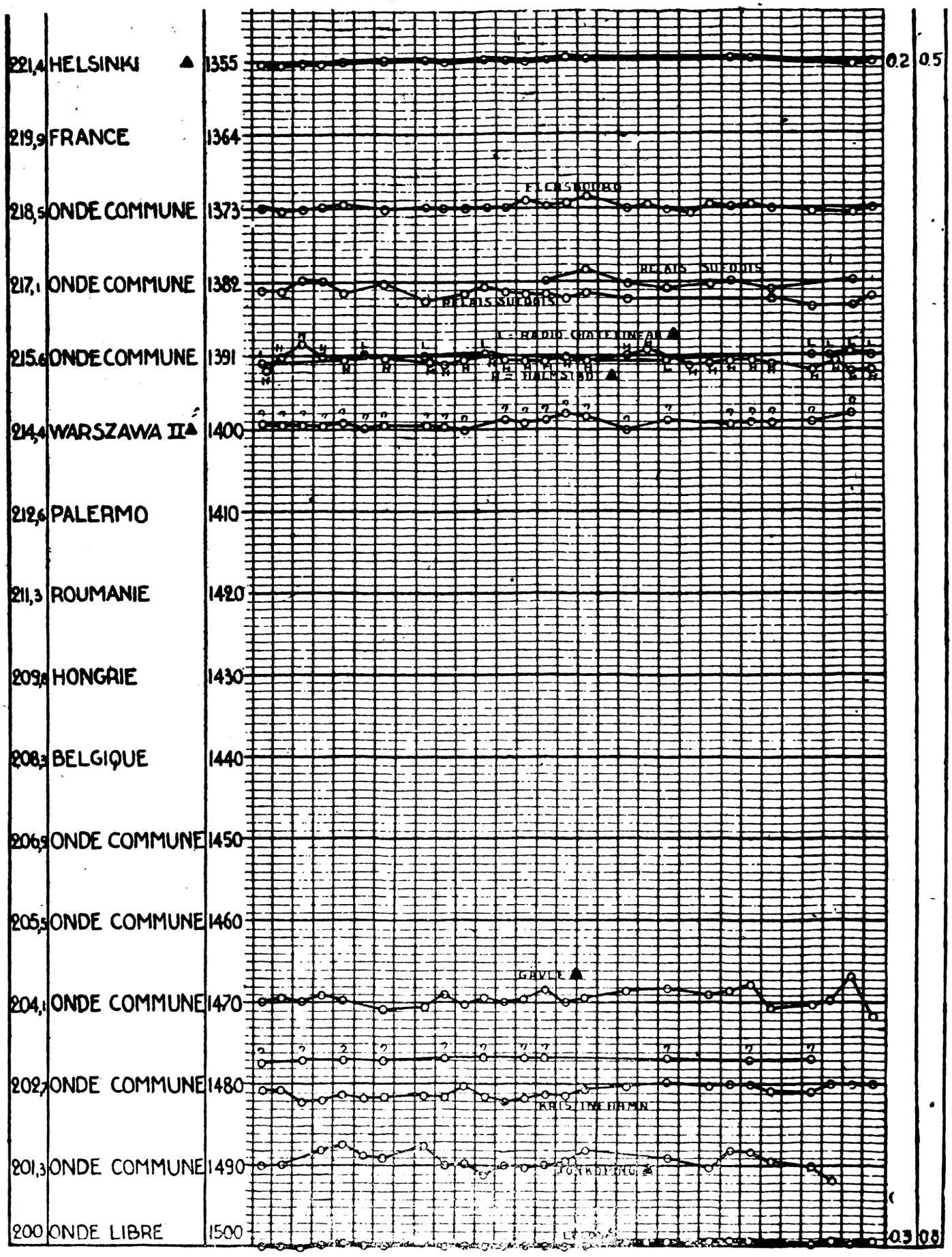
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

621.3605
QST

NOVEMBRE 1930 Nº 80

Eng'ng

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

THE LIBRARY OF THE
OCT 10 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

SOMMAIRE

Points de vue sur la théorie (Usager, amateur et constructeur, etc.) 1
Attention... lecteurs... 3
Qu'est-ce qu'une quantité d'électricité? (Général CARTIER) 4
Les problèmes actuels de la navigation sous-marine (R. TABARD) 6
Les câbles sous-marins (R. TABARD) 13
Les câbles souterrains à haute tension (Jean BARRÉ) 23
Cellules photo-électriques (Jean DUSAILLY, *ingénieur*) 29
L'écoute des ondes courtes par un changement de fréquence sur un récepteur de Broadcasting (Jorge GRAMMER, *sous-directeur technique du Q. S. T.*) 33
Pour entendre les émissions sur ondes courtes 37
De l'utilisation des batteries d'accumulateurs (BRUN) 38
Le froid : application aux transports des denrées périssables (A. MICHEL, *ingénieur frigoriste*) 41
Phares et projecteurs (PAGÈS) 45
Quelques menues nouveautés en attendant les révélations du Salon (E. PEPINSTER) 51
Un véritable super hétérodyne pour toutes longueurs d'onde 52
Secteurs ou accumulateurs? Ou pourquoi je garde mes accus 54
Salon de la T. S. F. 1930 55
Le VIIme Salon de la T. S. F. 58
Une question de droit fiscal : la réévaluation des bilans (R. LEROQUE, *docteur en Droit*) 60
Bourse de Paris (du 12 Septembre au 8 Octobre) 63
A travers les studios : les journaux parlés (Alex SURCHAMP) 64
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission 70

Prix : 6 francs

Digitized by Google

MIEUX QU'UN ÉLECTRODYNAMIQUE

Le Haut-Parleur

"LE MAGNÉTODYNAMIQUE"

MARQUE DÉPOSÉE

SANS EXCITATION SÉPARÉE — SANS BOBINAGE MOBILE

est garanti
de fabrication américaine

GROS :

Etabl. SIDI LÉON

86, rue de Grenelle PARIS-VIIe

LITTRÉ 29-07

LA DEUXIÈME ÉDITION DE

Pratique et Théorie de la T. S. F.

par Paul BERCHÉ

vient de paraître. Elle contient outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES | 703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2[e]

Digitized by Google

RADIO-ÉLECTRICITÉ
QST FRANÇAIS
RÉUNIS
REVUE DES SCIENCES MODERNES

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. 70 fr. par an	53, rue Réaumur, PARIS (2e)	Richelieu. 88-27
Etranger. . . . . 100 fr. par an		Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

Points de vue sur la Théorie

Usager, amateur et constructeur, etc.

J'ai, au cours d'un éditorial précédent, montré que la théorie scientifique n'avait pas succombé à la faillite sous laquelle certains voudraient la voir écrasée. Il y a là une évolution constante, suite des moyens que l'industrie met à notre disposition en quelque sorte en remercîment des perfectionnements que nos recherches lui permettent.

Il faut pourtant bien définir le point de vue duquel il faut observer une théorie. Il n'est pas le même, il s'en faut de beaucoup, pour le constructeur, le savant, l'ingénieur, etc. C'est que chacun y cherche quelquec chose de différent.

Pour le savant, la théorie, c'est l'explication possible actuelle des phénomènes qu'il a observés et leur rattachement éventuel à une série d'observations autres faite dans un domaine essentiellement différent. Ce qui a importé à Hertz, c'est la vérification des questions de Maxwell qui rattachent l'électricité aux manifestations optiques. C'est donc un point de vue très général et abstrait en ce sens que, s'il faut donner

Digitized by Google

lieu à des découvertes ultérieures susceptibles d'application, il est, au début, dénué de portée spéculative...

Pour l'ingénieur, la « théorie » s'oppose en quelque sorte à la « pratique ». C'est l'ensemble des calculs faits en vue d'une construction envisagée et permettant de réduire les tâtonnements, de diriger les expérimentations, de présumer du résultat obtenu. C'est donc essentiellement un point de vue objectif et pratique.

Ceci n'exclut pas pour un ingénieur digne de ce nom, comme nous en comptons heureusement de nombreux en France, d'envisager une généralisation possible d'une observation, ce qui dans ce cas, le fait rentrer dans le domaine du savant. On sait bien à quel point les nombreuses questions qu'un ingénieur a à résoudre dans son labeur quotidien le mettent en contact avec des problèmes qui permettent souvent un avancement inespéré de la science.

Pour le constructeur qui pose le problème à l'ingénieur, le point de vue théorique est différent, mais existe tout de même. Il faut que ses connaissances soient suffisantes pour que les questions posées soient susceptibles de recevoir une solution et qu'elles servent à la conquête du but général qu'on s'est fixé.

Il lui faut aussi une appréciation exacte des progrès enregistrés dans les domaines voisins et dont une extension peut lui être profitable.

Mais il y a d'autres personnes qui sont intéressées à l'examen des points de vue théorique; j'ai en vue l'amateur et l'usager.

Il me semble bien que j'ai lu quelque part une phrase maudissant ce terme d'usager; pourtant, il est impossible de désigner autrement la catégorie d'auditeurs que j'envisage sous ce vocable. Ce sont ceux qui se bornent à écouter en téléphonant au dépanneur dès que le récepteur ne fonctionne plus. Peut-être sont-ils les plus sages, ceux qui sont vaccinés contre les atteintes du microbe de la T. S. F. Si, vraiment, le mot « usager » les vexe trop, on pourrait les appeler auditeurs ; mais pourquoi refuser ce qualificatif aux amateurs qui eux aussi ont le droit de prendre plaisir à l'écoute des émissions ?

Pour ménager toutes les susceptibilités, voici quelles sont les définitions que je propose :

Un amateur est celui qui bricole tout en écoutant, tandis que

Un usager est celui qui se borne à écouter.

Ceci posé, pour l'usager, la théorie n'a aucun intérêt. Dans le monde de l'automobile, nombreux sont les chauffeurs excellents qui ne connaissent pas un traître mot du fonctionnement de leur machine. Il est vrai qu'avec ce raisonnement poussé trop loin, on arrive à créer des êtres incapables de dépanner leur voiture et se bornant à téléphoner au garage le plus voisin.

Si donc l'usager verse à l'amateurisme (non pas marron!!!), ce qui l'intéresse dans la théorie, ce sont les fils conducteurs qui lui feront localiser la panne et lui permettront d'y remédier rapidement. Point de vue trop oublié, que nous traiterons bientôt tout au long, pensant que ce sujet est extrêmement important.

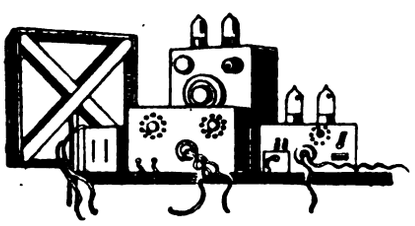
Et l'amateur, celui qui, en bricolant, redécouvrira ce qu'on connaît depuis longtemps, qu'attend-il de la théorie? C'est essentiellement une question de personne.

D'aucuns, curieux, demandent réellement à celle-ci de servir de base à leurs travaux ; ils s'apparentent alors de très près aux ingénieurs, car tout, dans notre monde, n'est que question de nuances, même la politique.

D'autres, folâtrant sur ces sujets avides, voudraient, esprits présomptueux, montrer que les interlocuteurs ont tort...

De tout ceci, je conclurai que la théorie est une pierre d'achoppement indispensable à la bonne marche de toute la vie humaine, car ce que je viens de dire de la T. S. F. peut être étendu aux autres domaines de l'activité humaine.

Novembre 1930.



Digitized by Google

ATTENTION.... LECTEURS....

La Revue « Radioélectricité et Q. S. T. Français réunis » vous prie de lire attentivement les lignes suivantes :

De multiples remaniements ont fait de notre publication un organe non seulement international, une carte vous l'explicitera sous peu, mais aussi une revue traitant toutes les questions touchant de loin ou de près l'électricité.

Vous avez pu vous rendre compte de l'extension extraordinaire qu'elle a prise actuellement.

Pour lui donner encore plus de relief, nous vous demandons votre collaboration, et nous vous la proposons sous les deux formes suivantes :

1) D'une part, voulez-vous nous envoyer les noms et adresses de vos amis que notre revue pourrait intéresser. Nous offrirons des primes à ceux d'entre vous qui nous procureront les listes les plus longues, en publiant ces listes dans nos colonnes.

2) D'autre part en remplissant les bulletins ci-joints nous nous ferons cadeau d'un abonnement de six mois, dès que les cinq bulletins nous seront parvenus, si vous êtes abonné, ce service pourra être reporté à l'expiration de votre abonnement ou cédé à un autre lecteur, le prix vous en étant acquis.

Est-il besoin d'insister sur la nature de cette revue ? sous une couverture brillante, malgré des lignes sobres et d'un goût moderne, elle comprend de très nombreuses rubriques techniques allant du phonographe à l'aviation, le tout signé d'ingénieurs connus. Nous nous efforçons de vous tenir au courant des progrès mondiaux les plus nouveaux.

Mais surtout dites-vous bien que nous cherchons chaque jour à améliorer nos colonnes, le tirage est clair et le repérage des matières aisé. Collaborez avec nous pour rendre notre revue encore supérieure en augmentant notre tirage. Nous vous offrirons un numéro de Noël dont nous ne pouvons encore que vous dire qu'il sera digne de vos espérances ; vous trouverez sous peu des précisions à ce sujet.

Collaborez tous avec nous. Les progrès de la technique ne peuvent être que le résultat du travail de la collectivité intelligente.

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

Digitized by Google

Qu'est-ce qu'une quantité d'Électricité ?

par le Général CARTIER

UN lecteur «*qui voudrait bien comprendre*» m'écrit :

«Dans tous les ouvrages de radiophonie on fait constamment intervenir l'*électricité* sans dire ce que c'est.

«Est-ce quelque chose? Si oui, comme je le crois, qu'est ce quelque chose?»

Un autre me dit : «Ne vous semble-t-il pas que l'électricité est quelque chose d'analogue à la chaleur et que l'électricité négative et l'électricité positive doivent correspondre à la chaleur et au froid?»

Un troisième précise : «Je ne crois pas qu'une charge électrique puisse être autre chose qu'une énergie. Mais énergie de quoi?»

Il y a vingt ou vingt-cinq ans, il eût été difficile de répondre à ces questions ou plutôt de formuler des réponses précises et scientifiquement étayées. Les ouvrages techniques et les articles de vulgarisation en sont d'ailleurs restés aux hypothèses et au vocabulaire du siècle dernier, et les découvertes les plus récentes sont restées ignorées officiellement des savants qui professent les cours d'électricité dans nos lycées et même dans certaines de nos grandes écoles.

Il est cependant une chose définitivement acquise et dont on devrait faire état: c'est qu'*il y a des électrons libres partout où l'on observe des phénomènes électriques*. Le *fluide électronique*, qui s'agite dans les intervalles moléculaires des corps solides ou liquides, pourrait donc s'appeler aussi bien *fluide électrique* puisque c'est lui qui *est le siège des phénomènes électriques, statiques ou dynamiques*. Ce fluide est composé d'électrons libres, soumis à une agitation cinétique comme les molécules des gaz et il peut être aussi soumis à des mouvements d'ensemble qui constituent de véritables *courants*.

Les électrons s'agitent dans l'*éther* qui se trouve partout et leur vitesse moyenne et leur opacité sont assez grandes pour qu'ils ébranlent l'éther. D'autre part leur masse est assez faible pour que l'éther puisse aussi les ébranler. C'est *Lorentz* qui semble avoir le premier pressenti et établi cette action réciproque de l'éther et des électrons libres.

Il y a aussi des électrons libres dans les gaz ou les vapeurs, mais ils y sont beaucoup plus clairsemés que dans les solides ou les liquides : aussi l'intensité des phénomènes électriques y est-elle beaucoup moins grande que dans les solides. Dans un ciel pur, il n'y a pas d'orages et l'on ne voit d'éclairs qu'entre les nuages chargés de gouttelettes d'eau et par suite d'électrons, ou entre ces nuages et le sol.

L'électron est d'ailleurs *quelque chose :* on n'a pas pu en déterminer directement la forme ni les dimensions, mais on en connaît la masse qui est environ 1.850 fois plus petite que celle de l'atome d'hydrogène. On a même pu établir que tous les électrons ont la même masse; on a mesuré leur vitesse dans des conditions déterminées et estimé leur nombre par unité de volume. Bien mieux, on sait qu'ils sont élastiques et qu'ils s'aplatissent dans l'éther par suite de la réaction de ce fluide. On en déduit qu'ils ne sont pas *simples et uns* et qu'ils résultent chacun du groupement d'éléments beaucoup plus petits dont l'agitation cinétique dans l'électron constitue l'énergie interne de l'électron :

On n'a pu encore pénétrer dans ce domaine et l'on n'a pas osé faire d'hypothèses sur la nature de ces éléments. Il est vrai qu'on a écrit que l'électron était un assemblage de matière et d'ondes! D'ondes de quoi?

Dans les corps dits *bons conducteurs*, le fluide électronique est ininterrompu et toute perturbation produite en un point de ce fluide, (addition ou soustraction d'électrons, ébranlement périodique ou non des électrons), se propage sans obstacle dans toute l'étendue des canaux intermoléculaires.

Dans les corps dits *mauvais conducteurs*, les canaux internes de fluide électronique ne sont pas continus: ils présentent des étranglements ou même des interruptions complètes. Les ébranlements ne se propagent pas librement ou sont même arrêtés par des obstacles infranchissables d'air ou de gaz.

Les corps qui ne se laissent pas pénétrer par les électrons sont dits *isolants* : l'air sec est un isolant.

Digitized by Google

La pression cinétique électronique par centimètre carré s'appelle *pression électrique* : elle s'explique en *volts*.

Quand on augmente la pression électrique d'un corps isolé en ajoutant des électrons ou en augmentant leur vitesse cinétique, il y a diffusion d'énergie dans le milieu ambiant et en même temps dilatation du corps, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse. Si l'on diminue la pression électrique d'un corps isolé, il y a au contraire absorption d'énergie par ce corps aux dépens du milieu ambiant et contraction du corps. Ces déplacements d'énergie constituent des *champs* : ce ne sont pas des champs électriques puisqu'il n'y a pas de déplacement d'électrons, mais des champs d'air et surtout des *champs d'éther* qui peuvent agir sur les électrons libres des corps voisins.

Ces champs d'éther sont caractérisés en chaque point par leur *direction* et leur *intensité* ou pression par unité de surface. Les points où l'intensité est la même au même instant constituent des *surfaces de niveau*. La différence de pression par unité de surface entre deux surfaces de niveau s'appelle *tension*.

Les mouvements d'électrons dans les conducteurs constituent ce qu'on appelle des *courants*. Un courant est caractérisé par sa *section*, sa *densité* et sa *vitesse* dont le produit est son *débit par seconde* qu'on exprime en *ampères* : je signale en passant que les ampèremètres ne mesurent pas le débit des courants par seconde, mais leur pression longitudinale qu'on appelle *intensité* du courant. La différence des pressions longitudinales *par unité de surface* en deux sections d'un courant, s'appelle *tension électrique* et quelquefois *différence de potentiel*.

Les électrons libres et les molécules d'air ou de gaz peuvent réagir les uns sur les autres. Mais ce qui est surtout intéressant en radiophonie, c'est le fait signalé plus haut que les électrons libres peuvent ébranler l'éther ou être ébranlés par lui.

Dans les *postes émetteurs*, on imprime aux électrons libres de l'antenne un mouvement alternatif plus ou moins rapide : ce mouvement alternatif est un *courant alternatif* dont la *fréquence* est le nombre d'alternances par seconde. Les électrons libres ébranlent l'éther ambiant par lequel les ébranlements se propagent dans tous les sens. L'éther ainsi ébranlé agit sur tous les électrons libres qu'il heurte, et notamment sur ceux des *antennes réceptrices* : il produit donc dans ces dernières un courant alternatif de même période que le courant émetteur, le décalage des deux courants étant fonction de la distance des deux antennes.

L'éther est un simple milieu de propagation pour les ébranlements qu'il reçoit ainsi, ébranlements dont la période est beaucoup plus grande que celle des ébranlements lumineux, mais qui ne diffèrent pas autrement de ces derniers.

Dans l'*éther pur et en équilibre*, la vitesse de propagation ne dépend que de la vitesse moléculaire moyenne de l'éther et elle est par suite la même pour tous les ébranlements quelle que soit leur période. Il n'en est pas de même dans l'éther atmosphérique qui n'est pas pur ni homogène puisqu'il est mélangé avec des gaz d'autant plus denses qu'on est plus près du sol, qui n'est pas en équilibre puisqu'il est soumis à la poussée verticale du fluide gravitique et à l'entraînement horizontal partiel de l'atmosphère, entraînement dont le coefficient diminue avec l'altitude.

Théoriquement, la vitesse de propagation diminue avec l'altitude et avec la fréquence des ébranlements : elle est donc du même ordre de grandeur pour les ébranlements lumineux et électriques, mais plus faible pour les premiers.

L'éther joue à l'égard des phénomènes lumineux ou électriques, le même rôle que l'air à l'égard des phénomènes sonores : il n'est ni lumineux ni électrique, comme on l'écrit quelquefois.

Mais, me dira-t-on, si l'électricité est un fluide composé d'électrons libres, que peuvent signifier ces expressions, si fréquemment employées en radiophonie, d'*électricité positive* et d'*électricité négative*?

Pour que ces expressions aient un sens, il faudrait convenir d'appliquer le mot électricité non pas à la masse du fluide électronique que j'ai défini plus haut, mais plus particulièrement à la pression cinétique de ce fluide par unité de surface, ou plutôt à son *énergie cinétique par unité de volume*.

Il faudrait également convenir d'une *valeur origine* de cette énergie électronique intermoléculaire au-dessus de laquelle le corps serait dit *électrisé négativement* ou chargé *d'électricité négative*, et au-dessous de laquelle le corps serait dit *électrisé positivement* ou chargé d'*électricité positive*. Quand l'énergie cinétique électronique a la valeur origine susvisée, le corps est dit à l'*état neutre*.

Il en résulte que pour électriser négativement un corps à l'état neutre, il faut augmenter son énergie électronique soit en ajoutant des électrons, soit en augmentant leur vitesse quadratique. Pour électriser positivement un corps neutre, il faut faire le contraire, c'est-à-dire lui enlever des électrons ou diminuer leur vitesse quadratique.

Il y a une autre solution qui consiste à changer la valeur conventionnelle de l'énergie électronique correspondant à l'état neutre.

Dans la pratique, cette énergie origine n'est pas absolue et n'est autre que l'énergie ambiante : c'est comme si le zéro du thermomètre était mobile et correspondait toujours à la température ambiante.

Un corps serait dit chaud ou froid suivant que son énergie moléculaire par unité de volume serait plus ou moins élevée que celle de l'enceinte.

De même, un corps étant à la température initiale de l'enceinte, paraîtrait chaud ou froid suivant que la température de l'enceinte baisserait ou augmenterait.

Cette comparaison de l'électricité (énergie électronique) à la chaleur (énergie moléculaire) est d'ailleurs justifiée en tous points.

L'électricité étant ainsi définie, tous les phénomènes électriques sont faciles à comprendre et les unités électriques peuvent être définies objectivement.

Naturellement il n'y a pas deux espèces d'électrons libres et il conviendrait de renoncer aux *électrons positifs* ou *négatifs* qu'on a imaginés quand on ignorait encore ce qu'était l'électron.

Il faudrait aussi se contenter de désigner un courant électrique par son sens et supprimer ces appellations de *courant positif* et de *courant négatif* qui n'ont de sens que relativement aux pôles de la génératrice qui produit le courant : un courant négatif vient du pôle négatif et un courant positif se dirige vers le pôle positif.

Il serait non moins utile de supprimer les expressions de *tension positive* et de *tension négative* et de préciser simplement le sens de la tension ou plutôt celui du courant qui la produit.

Ce sera la besogne des physiciens futurs!

Digitized by Google

Les problèmes actuels de la navigation sous-marine (Suite)

par R. TABARD

Dans la première partie de cet article, l'auteur a résumé d'une manière fort intéressante, l'évolution des sous-marins.

On trouvera ci-dessous un exposé de la suite de cette évolution pour parvenir aux modèles les plus récents.

Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que ces appareils, dont l'étude semble sortir du cadre de notre journal, sont intimement liés aux développements de l'électrotechnique par suite de l'emploi de la traction électrique en plongée, lourde servitude qui impose certaines restrictions dans leur tactique (rayon d'action en immersion en particulier).

Nous joignons nos remercîments à ceux de l'auteur à M. Marcel Brille pour les renseignements qu'il a bien voulu lui communiquer.

WADDINGTON.

Sous-marin électrique de 11 m. 30 de long et de 1 m. 85 de diamètre (figure 14).

L'immersion et l'assiette s'obtiennent par l'action des hélices verticales, celles-ci placées dans des puits.

L'avant est armé d'un éperon, est armé de torpilles automobiles placées extérieurement.

LAMM et FRANK.

La plongée s'obtenait au moyen d'hélices à axes verticaux et de gouvernails horizontaux placés à l'avant du navire (très bonne disposition de gouvernail).

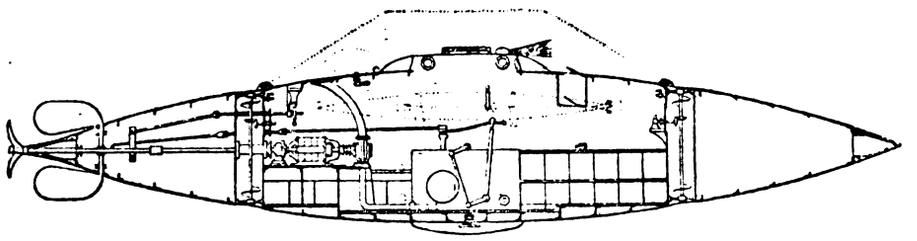


Fig 14. — *Le premier sous-marin électrique, le premier aussi qui utilisa des torpilles automobiles placées extérieurement.*

DRZEWIECKY.

Construisit plusieurs sous-marins, les uns étaient actionnés par des rames, les autres par hélices mues par des pédales, enfin, les derniers électriques.

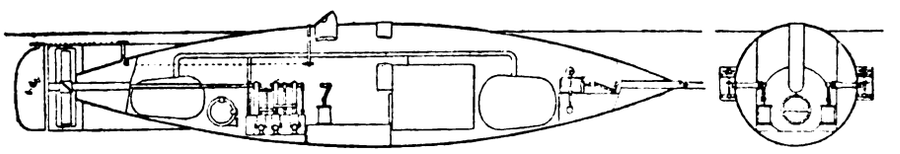


Fig. 15. — *Les sous-marins Nordenfelh se remorquaient par l'agencement ingénieux des gouvernails.*

NORDENFELH construisit plusieurs sous-marins à vapeur avec réserve d'eau surchauffée pour la plongée (fig. 15).

L'appareil moteur de tous ces navires était analogue à celui des tramways.

Il présenta aussi un projet de navire mixte. Appareil moteur composé de deux turbines Laval de 300 C.V., actionnant à 600 tours deux arbres portant chacun douze ailes d'hélice.

Chaudières surchauffées au pétrole. Il est prévu pour la plongée, une batterie d'accumulateurs alimentant des moteurs électriques de 150 C.V.

OLINIER RIOU.

Sous-marin de 12 m. 50 sur 3 m. 20 de diamètre, hélice actionnée par un moteur avec éther comme combustible. (fig. 16)

BRUN et BOURGOIS.

Le PLONGEUR présenté par ces constructeurs était mû par l'air comprimé (fig. 17).

CLEMENT et JUHEL.

Sous-marin autonome. Vapeur en émersion et air comprimé en immersion.

Le bateau devait plonger par le jeu des gouvernails avec une certaine flottabilité. Longueur 27 mètres, déplacement, 94 tonnes.

GUSTAVE-ZÉDÉ.

Le GYMNOTE avait 17 m. 20 de longueur, 1 m. 80 de diamètre au centre.

Déplacement 29 tonnes, coque acier avec assemblage à francs-bords, moteur Krebs de 55 C.V. (figure V).

ROMAZZOTTI.

Le GUSTAVE-ZÉDÉ a 48 m. 50 de long et 3 m. 20 de diamètre.

Son déplacement est de 267 tonneaux.

Le MORSE qui vient ensuite a 35 mètres de long et déplace 140 tonneaux. C'est une réduction du GUSTAVE-ZÉDÉ que nous venons de voir. Sa

Digitized by Google

plus grande particularité réside dans l'emploi de deux hélices latérales dites d'évolution placées à l'arrière du navire et montées sur un arbre horizontal transversal à la coque.

MAUGRAS. Présente un projet caractérisé par l'emploi d'une sorte de double coque et d'un poids considérable de lest (eau et plomb) représentant 15 pour cent du déplacement total.

L'avantage du système réside en ce que le sous-marin pourrait encore remonter à la surface dans le cas où il aurait un compartiment latéral envahi.

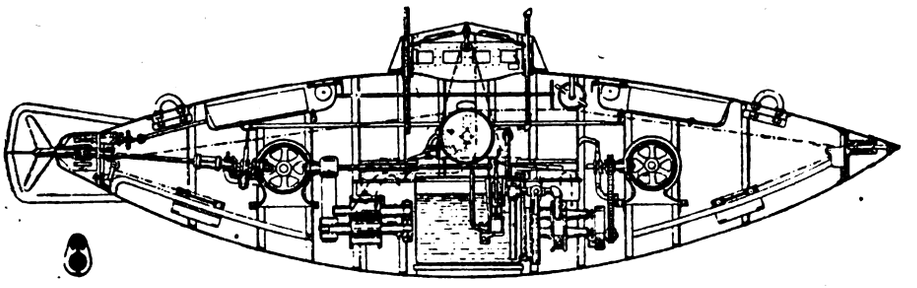


Fig. 16. — *Le sous-marin de Riou, première réalisation « industrielle » submersible.*

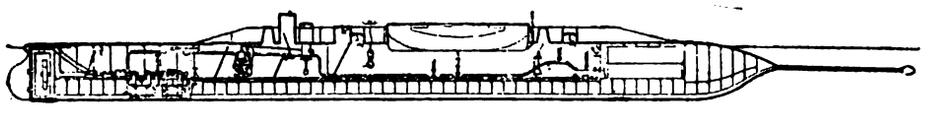


Fig. 17. — *Le Plongeur de Brun et Bourgois était mû par l'air comprimé.*

De plus, la navigation ou émersion est améliorée par la grande flottabilité de la coque quand les ballasts sont vides.

Longueur 36 m., puissance électrique, 200 C.V., déplacement 180 tonneaux, hélice reversible Maugras.

LAUBEUF.

Le NARVAL, construit par Laubeuf (fig. II), est un submersible, caractérisé par l'emploi d'une double coque. L'espace compris entre les deux coques est alors utilisé comme de grands water-ballasts qui, pendant l'immersion, restent constamment en communication avec l'extérieur, afin que les pressions s'équilibrent sur les deux faces du bordé enveloppe

En vidant les ballasts,le navire émerge suffisamment pour assurer une bonne navigabilité en surface.

Le $2-a$ du navire en émersion se change en $2+a$ en immersion.

C'est là une solution très élégante du sous-marin, qui justifie ainsi sa nouvelle appellation de SUBMERSIBLE.

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES

Nous avons considéré le problème de la STABILITÉ au point de vue IMMERSION. Le même problème est à considérer pendant la navigation proprement dite.

C'est ce que l'on appelle la STABILITÉ LONGITUDINALE.

Tout d'abord, il faut savoir dans les sous-marins actuels, construits en vue de la navigation sous-marine, que l'émersion est placée et étudiée en second lieu.

Quant aux sous-marins autonomes ils sont équipés en moteurs mixtes :

1° Vapeur en émersion et électricité en immersion.

2° Pétrole en émersion et électricité en immersion ;

3° Pétrole en émersion et air comprimé en immersion ;

4° Vapeur en émersion et air réchauffé en immersion ;

5° Vapeur en émersion et eau surchauffée en immersion ;

6° Vapeur en émersion et air comprimé pour continuer la chauffe en immersion.

SUBMERSIBLES.

Sont caractérisés par une double coque. Le CENTRE DE GRAVITÉ est au-dessous du CENTRE DE CARÈNE *en émersion* et inversement, s'abaisse au-dessous de ce dernier *en immersion.*

Dans les sous-marins, autonomes ou non, le même point est toujours situé en dessous du CENTRE DE CARÈNE.

La principale condition de *bonne stabilité* d'un navire sous-marin, qui n'a, en général, pas de stabilité de formes est d'avoir son centre de gravité *au-dessous* de son centre de carène qui, lui, est presque toujours facile à calculer. La plupart des carènes de sous-marins étant en effet, des solides de révolution symétriques par rapport au plan transversal milieu.

Cette valeur de la distance *du centre de gravité* au *centre de carène,* doit être suffisante pour ne pas s'annuler ou même changer de signe dans le cas où le navire débarquerait son lest, son poids de sécurité, ses accumulateurs, etc..

Il faut aussi prévoir le cas de l'embarquement d'un lest liquide, quelquefois considérable, qui peut, s'il est insuffisamment arrêté par des chicanes diminuer la stabilité.

Il y a donc là des études sérieuses à faire pour éviter les accidents.

Dans le cas des submersibles, lorsqu'ils sont en émersion, leur centre de gravité est au-dessous du centre de carène d'une certaine quantité $2-a$ comme dans les navires ordinaires.

Au contraire, lorsqu'ils naviguent en immersion, le $r-a$ devient $r+a$ comme dans tous les sous-marins, c'est-à-dire que l'introduction du lest liquide a suffisamment abaissé le centre de gravité et élevé le centre de carène pour faire passer le premier au-dessus du second.

Il existe donc un moment pendant lequel ces deux points se confondent.

Il faut, en particulier, pendant le remplissage des ballasts, que le submersible ait une bonne stabilité de formes pour résister aux couples de chavirement, qui agissent alors sur lui et jusqu'à l'instant où le $2-a$ qui s'est changé en $2+a$ par le passage au centre de gravité au-dessous du centre de carène ait pris à son tour une valeur suffisante pour assurer une stabilité de poids convenable pour la bonne exécution de la navigation sous-marine.

Il est facile de voir qu'il y a là la matière d'une étude fort intéressante, mais fort délicate sur la stabilité des bâtiments. En effet, pendant la manœuvre d'eau, il y a des variations continuelles de la valeur des couples de redressement ainsi que de ceux de chavirement qui prennent naissance par l'introduction du lest liquide dans les ballasts.

PLONGÉE.

La plongée se fait en marche par le jeu des gouvernails horizontaux, le sous-marin étant toujours sollicité de remonter à la surface de l'eau par une certaine flottabilité dont la valeur est de 1,5 à 2 %.

Ces gouvernails sont placés sur les flancs du navire et sont appelés ailerons.

GOUVERNAILS HORIZONTAUX ARRIÈRE (Æ)

Pour prendre un exemple, nous citerons ceux du GYMNOTE qui sont placés à l'arrière du navire et devant l'hélice.

Digitized by Google

Considérons le cas du navire marchant à la surface de l'eau avec une certaine flottabilité.

Pour le faire plonger, il faut incliner le gouvernail (il y en a un à chaque bord). Les poussées du liquide peuvent alors être ramenées à deux composantes.

1° une horizontale de résistance à la marche ;.

2° une verticale dirigée de bas en haut et dont l'action est de faire lever l'arrière jusqu'à ce que l'arbre de l'hélice ait pris une inclinaison suffisante pour faire plonger le navire en vainquant la flottabilité du sous-marin plus la composante ascensionnelle des gouvernails horizontaux.

Il en résulte que le sous-marin prend une inclinaison assez forte comme le font du reste, les torpilles automobiles.

Cette inclinaison ne va pas sans difficulté ni pour les personnes ni bien que le rapprochement soit insolite pour les accumulateurs.

Pour diminuer cette difficulté, on réduit la flottabilité, ce qui est, par ailleurs, une réduction de la sécurité.

La plongée peut même devenir impossible et c'est ce qui se produit quand l'inclinaison fait immerger l'hélice.

GOUVERNAILS HORIZONTAUX MILIEU

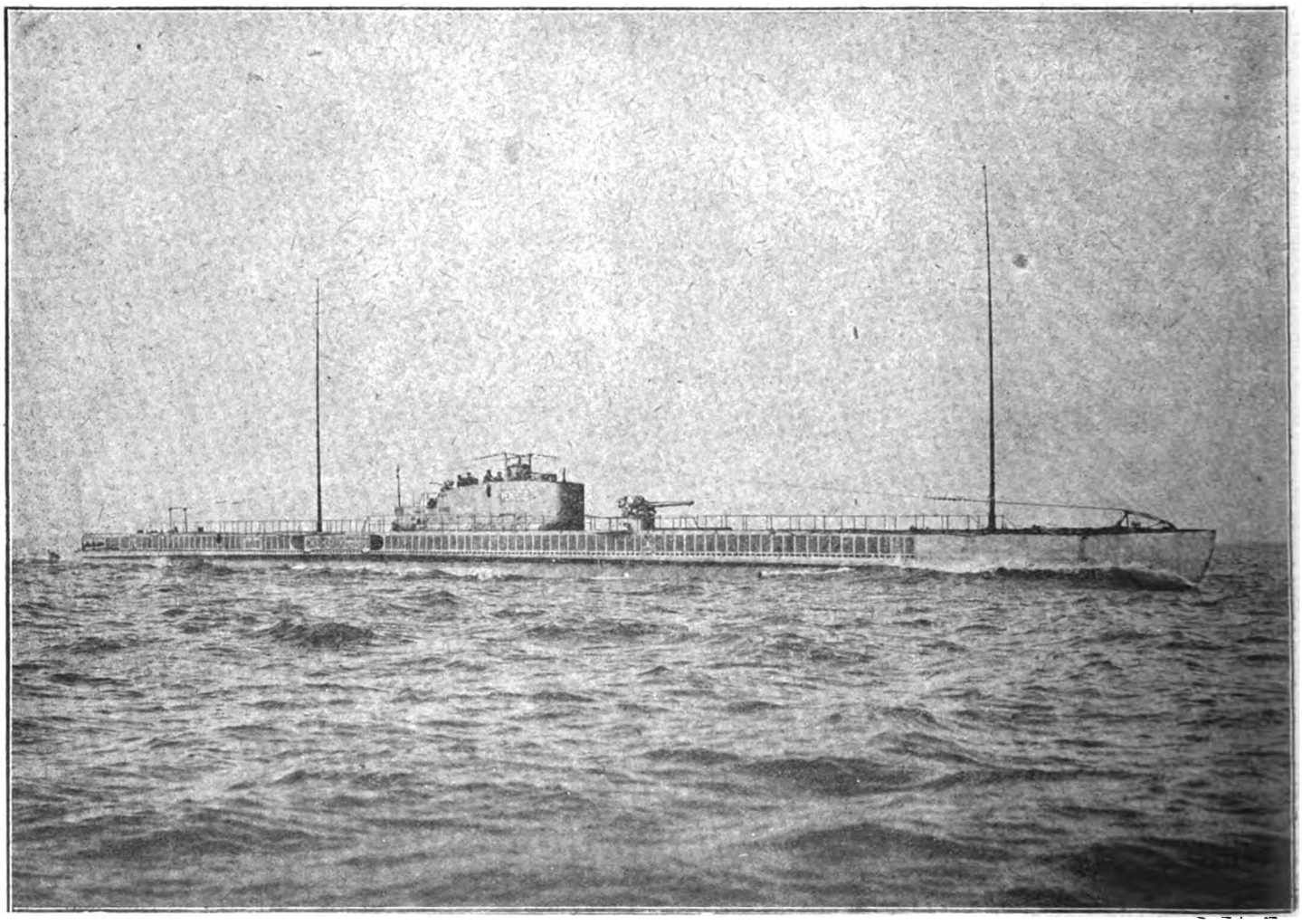
L'action des gouvernails horizontaux placés à mi-longueur du sous-marin est l'inverse de ce qu'elle était précédemment.

La composante horizontale reste dirigée en sens inverse de la marche, mais la composante verticale a changé de signe.

Pour plonger, le navire n'aura plus qu'à vaincre sa flottabilité par la composante verticale (fig. 5). Mais cette solution serait bonne, si le sous-marin restait horizontal, ce qui n'est pas le cas... C'est que dans la réalité, il n'en est pas ainsi et le navire en marche cherche toujours à changer d'assiette, ce qui, en langage technique pur s'appelle l'inclinaison longitudinale.

Les raisons de ce phénomène sont les déplacements du centre de gravité en longueur du navire par les mouvements de l'équipage et surtout par le poids de l'eau. Ce dernier, en effet, par suite de la marche monte sur l'avant du navire et le fait, comme l'on dit, piquer du nez.

Les différences d'immersion entre le haut et le bas de l'hélice interviennent aussi sans doute mais ce sont là des sujets dont l'analyse est fort délicate et de ce fait dépassent fortement le cadre modeste de notre article de vulgarisation. Quoi qu'il en soit, les gouvernails horizontaux placés au milieu de la longueur du navire (voir figure 4) ne peuvent servir à lutter contre ces efforts.



Sous-marin « VENGEUR »

Lancé en 1928. — Sous-marin de 1re classe de 1,500 tonnes. Rayon d'action : 80,000 milles. Armement : 1 canon de 100 m/m; 1 canon de 37; 10 tubes lance-torpilles.

Digitized by Google

C'est ainsi que l'on arrive d'une façon on ne peut plus naturelle, à la conception de l'emploi de gouvernails placés à l'avant du navire.

GOUVERNAILS HORIZONTAUX.

Les composantes, pour provoquer la plongée, ont le même signe que dans le cas du gouvernail milieu. Mais ici, nous tenons en main l'avant du navire et nous sommes maîtres de son assiette.

Il s'ensuit que, pour disparaître sous l'eau nous n'avons qu'un faible coup de barre à donner pour incliner l'axe du navire et, par conséquent, de l'hélice qui force la plongée, aidée dans son effet par les composantes verticales des gouvernails, lesquels sont dirigés vers le but.

Ainsi, à égalité de flottabilité à vaincre, l'inclinaison du navire est bien moins grande que dans le cas des gouvernails arrière (figure 6).

L'inclinaison des gouvernails est aussi bien moindre, ce qui diminue la valeur de la composante horizontale, laquelle est dirigée en sens inverse de la marche, ce qui est encore un avantage de plus à l'actif des ailerons avant.

PLANS MINCES HORIZONTAUX DE DÉRIVE VERTICALE

Toutefois, en dépit des considérations qui précèdent, on ne saurait prétendre en être maître, et d'une façon complète, avec les seuls gouvernails de l'avant, pour cette raison que l'arrière du sous-marin n'est pas maintenu et tend toujours à remonter pour les raisons citées plus haut.

Les écarts en hauteur de la partie arrière du navire ne peuvent être combattus que par des plans minces horizontaux ou, plus exactement, un peu inclinés, de façon à donner naissance à une composante verticale dirigée vers le bas et ayant pour but d'équilibrer la tendance de l'arrière à sortir de l'eau.

HÉLICES A AXE VERTICAL.

Ne présentent guère d'intérêt, ne sont pas utilisées par le Génie Maritime français.

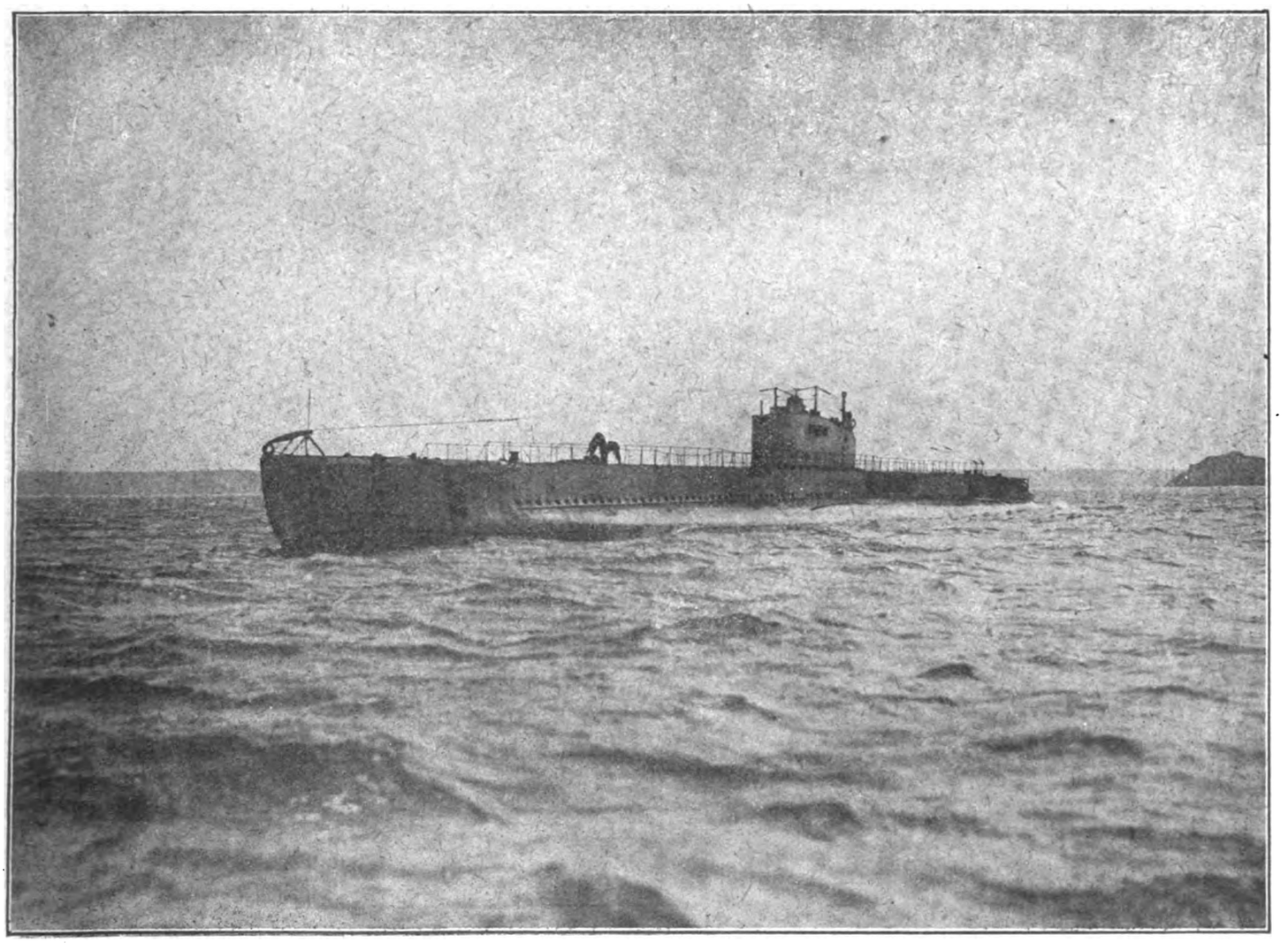
STABILITÉ DE ROUTE.

On dit qu'un navire a de la stabilité de route lorsque la barre étant droite, il file en ligne droite.

La stabilité de route dépend beaucoup de la longueur du navire et de la finesse des formes de l'arrière.

Inversement, il n'y a pas d'intérêt à « travailler » les formes de l'avant, qui paraissent gagner à être laissées plus pleines que celles de l'arrière.

Toutefois, il y a une exception à la règle dans le cas des sous-marins



Sous-marin « FRESNEL »

Lancé en 1929. — Mêmes caractéristiques que le «Vengeur».

Digitized by Google

courts, qui ont l'avant et l'arrière symétriques.

Ils présentent de ce fait, l'inconvénient de ne pas être stables sur leur route.

CONSTRUCTION.

Les sections transversales sont toujours circulaires.

Les navires français sont calculés pour résister à 100 mètres et 10 atmosphères.

Vues en longueur, les coques affectent des formes de fuseau.

D'ailleurs, la plupart des navires sous-marins ont des réservoirs d'air comprimé servant à la recharge des torpilles.

Ceci permet de prolonger les plongées aussi longtemps qu'on le désire. Il n'y a qu'à prendre la précaution de débarrasser l'atmosphère du sous-marin de la vapeur d'eau qui s'y trouve.

Cette opération peut être faite à l'aide d'acide sulfurique, ce qui fait que le séjour dans le bâtiment n'a rien d'incommodant. Dans les bâtiments électriques, l'assèchement de l'air est encore nécessaire pour éviter les fuites à travers une résistance d'isolement qui serait faible dans le cas d'un air chargé d'humidité.

On peut donc dire pratiquement, que le problème de l'habitabilité n'existe que dans les sous-marins mus par la vapeur.

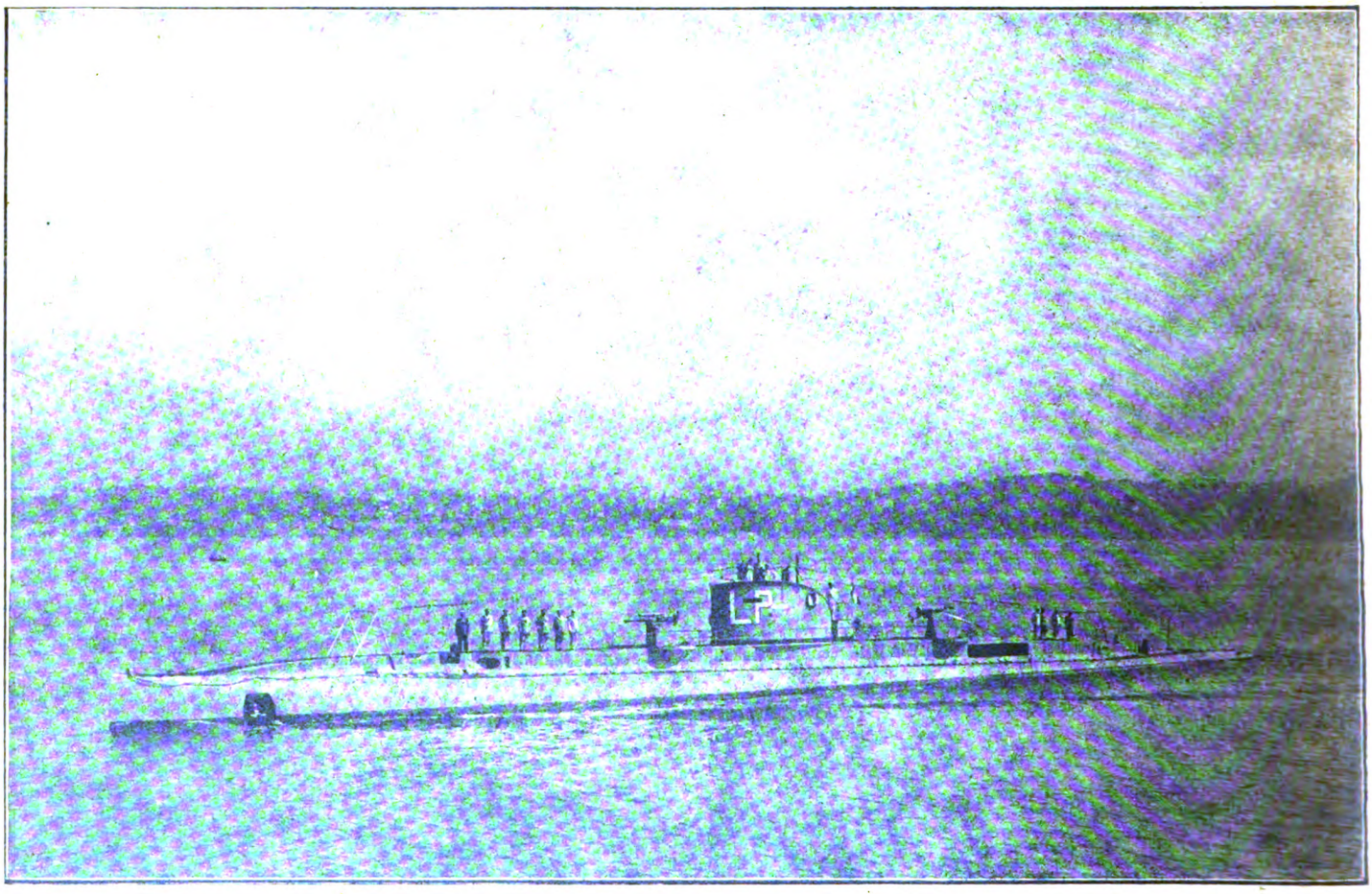
La stabilité de la navigation sous-marine est d'autant plus grande que l'on est mieux renseigné sur ce qui se passe autour de soi.

La vision de l'extérieur vient au premier plan : si on regarde par un hublot supérieur ou par la vitre frontale d'un scaphandrier, on voit un vaste cercle lumineux dont le diamètre sous tend dans l'œil de l'observateur, un angle d'environ 60°.

C'est une des manifestations du phénomène de réfraction et la production de l'angle limite qui en résulte.

A ce point de vue, on constate que les rayons rouges sont très absorbés par l'eau, les rayons bleus le sont beaucoup moins... Ceci nous explique pourquoi l'éclairage électrique à arc convient si bien aux travaux sous l'eau.

En mettant à l'avant d'un sous-marin, un très puissant foyer électrique, on pourrait voir suffisamment sa route à 50 mètres devant le navire, en ayant soin toutefois que le hublot soit une lentille.



Sous-marin » LAPLACE »

Lancé en 1929. — Sous-marin de 1re classe de 950 tonnes. Rayon d'action : 7,400 milles. Armement : 2 canons de 75 m/m.; 8 tubes lance-torpilles.

Ici se posent à nouveau les problèmes de l'habitabilité et des appareils de bord. Nous avons vu plus haut comment la première question a été solutionnée. Nous pouvons donc dire maintenant qu'en fait cette question n'existe pas. C'est que, dans la pratique, dès qu'un sous-marin et dès qu'il est assez grand pour que les hommes puissent s'y tenir, contient une provision d'air qui peut durer longtemps.

Digitized by Google

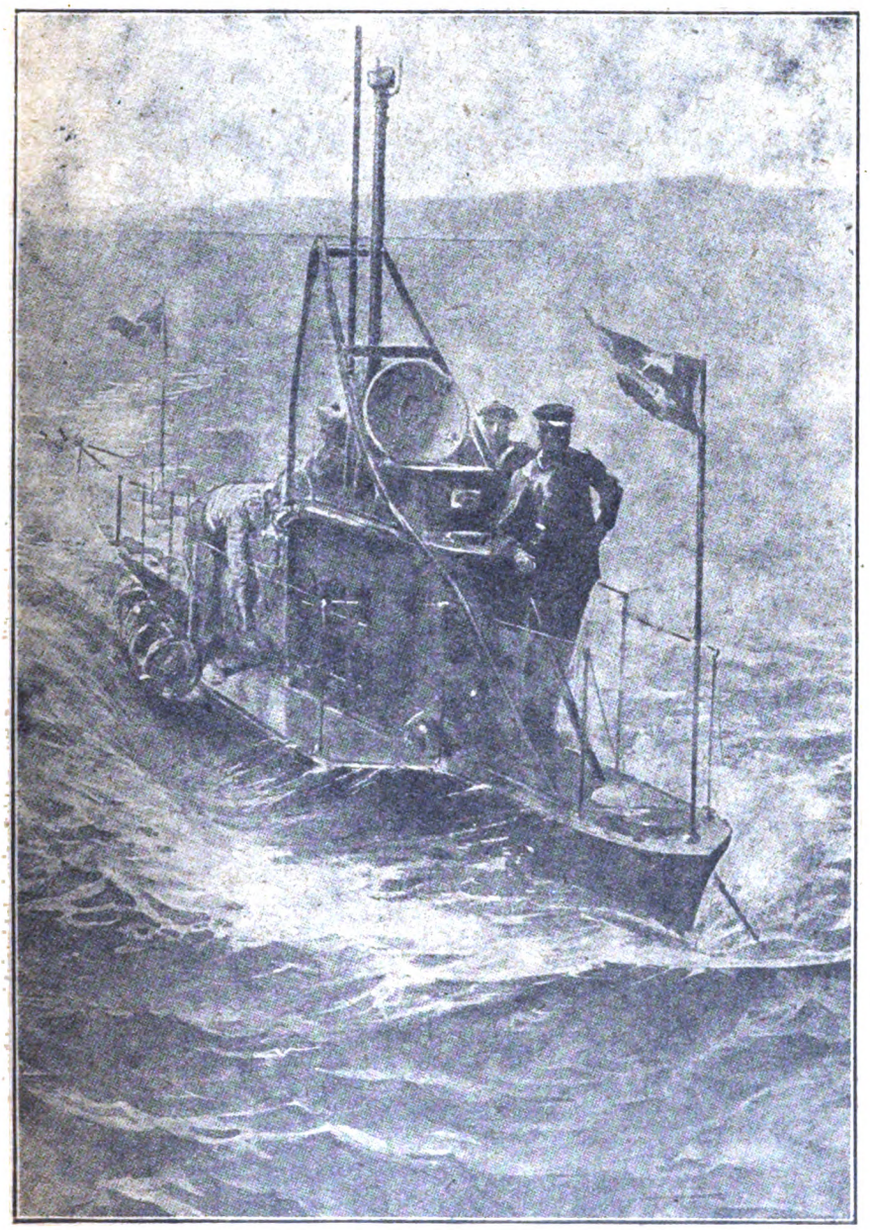
Un sous-marin marchant à 10 cm. au-dessous du niveau de l'eau est invisible et de ce fait peut être considéré comme invulnérable.

INSTRUMENTS DE ROUTE.

COMPAS. — On ne peut pas employer de boussole à cause de la coque métallique et des courants électriques.

PLOMB SONDE. — Sert à mesurer le fond et à permettre au sous-marin de se tenir immobile entre deux eaux.

MANOMÈTRES. — Plusieurs manomètres sont placés les uns à l'avant, les autres à l'arrière. Les uns sont gradués en mètres, les autres plus sensibles sont gradués en décimètres d'eau.



La meilleure position pour le compas est de le renverser sur le point, de façon qu'il soit extérieur à la coque.

Une glace épaisse permet la lecture de l'intérieur. On cherche aussi à l'éloigner le plus possible du moteur électrique.

GYROSCOPE. — La propriété de cet appareil est que son axe cherche toujours à conserver sa direction primitive une fois le volant lancé.

COMPLÉMENTS SUR LA SÉCURITÉ

CLOISONS ÉTANCHES. — L'absence de cloisons étanches dans un sous-marin ne constitue pas un danger grave. En effet, les causes ordinaires de voies d'eau graves sont l'échouage sur des récifs ou l'abordage par un autre navire ou encore les coups de l'artillerie et des torpilles.

Or, les chances de voir se produire de pareilles éventualités sont presque nulles quand on navigue immergé.

FLOTTABILITÉ RESTANTE.

Le péril le plus grave qui menace toujours le sous-marin est de ne pas pouvoir remonter. Ce danger est presque supprimé dans les sous-marins qui ne plongent qu'avec de la flottabilité restante, c'est-à-dire avec une certaine force ascensionnelle.

Au point de vue du coefficient d'utilisation du navire, il y a intérêt à réduire beaucoup cette force, mais même ainsi (200 ou 300 k. pour un navire de 200 tonneaux), elle reste encore sa première et sa meilleure sécurité.

CHASSES D'AIR COMPRIMÉ.

L'immersion, nous l'avons vu plus haut, est toujours obtenue par l'introduction d'eau dans les water-ballasts. L'épuisement de ces réservoirs pour provoquer l'émersion s'opère par des pompes ou instantanément par des chasses d'air comprimé.

POIDS DE SÉCURITÉ. — Un poids plus ou moins lourd, suivant les types de sous-marins, est placé sous la quille et tenu par un enclanchement pouvant se manœuvrer de l'intérieur (bien étudier ce déclanchement).

POMPES D'ÉPUISEMENT.

Il existe deux types principaux de pompes, l'un à piston et à faible débit destiné à vaincre les grandes pressions et l'autre centrifuge à grand débit pour épuiser rapidement les ballasts quand le navire est remonté à la surface. Ces pompes sont actionnées, tantôt par la machine principale, tantôt par des moteurs indépendants et au besoin à bras.

GOUVERNAILS DE PLONGÉE.

Par leur jeu et aidés par la machine, ils pourraient encore remonter le sous-marin à la surface de l'eau, même si son poids était supérieur à celui de l'eau déplacée (comme les avions).

PRÉVOIR L'IMPRÉVU !

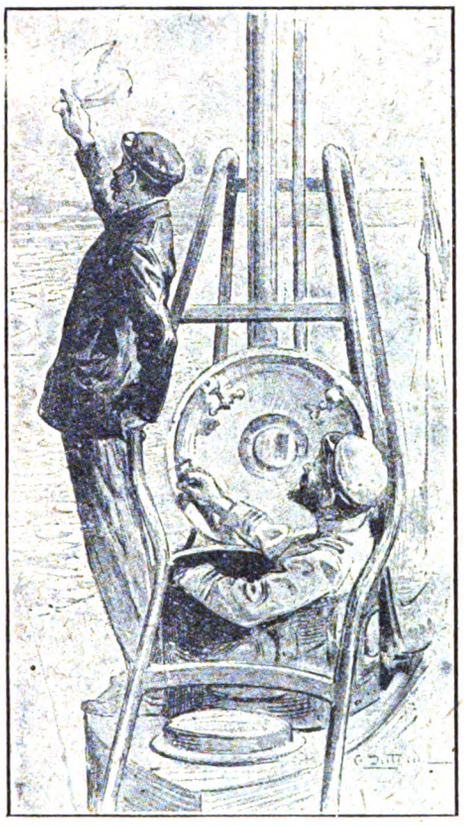
Malgré toutes les précautions citées plus haut, il se peut que l'IMPRÉVU, l'ACCIDENT, fassent que le sous-marin ne puisse remonter.

A ce point de vue, des essais très intéressants, entrepris par la Marine américaine, ont conduit à la construction d'une sous-marin évacuable.

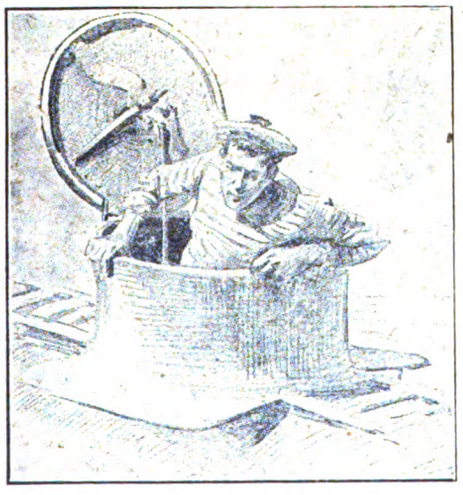
Voici la description de ce dernier d'après les derniers renseignements qui nous sont fournis :

« Un nouveau sous-marin, le *V-5*, va entrer en service dans la flotte américaine. Il présente cette particularité

Digitized by Google



d'offrir des dispositifs spéciaux qui permettront aux membres de l'équipage de se sauver en cas d'accident immobilisant le submersible au fond de la mer



et d'éviter ainsi les catastrophes qui, comme celles du *S-51* et du *S-4*, ont endeuillé la marine des Etats-Unis, il n'y a pas bien longtemps.

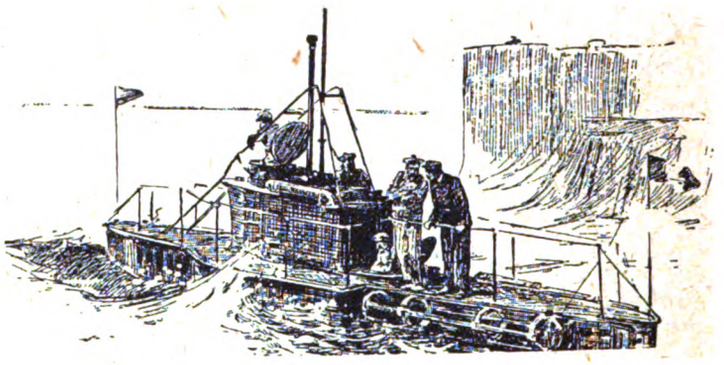
« Le *V-5* dispose notamment de trois sorties aménagées dans sa coque, de telle façon que, en cas de nécessité, l'équipage, composé de sept officiers et de quatre-vingts hommes, sera à même de regagner la surface. Une de ces sorties se trouve dans la tourelle d'immersion, la deuxième vers la proue, la dernière vers la poupe. Chacune de ces sorties est constituée par une espèce de corridor divisé en divers compartiments étanches, fermés de portes se manœuvrant de l'intérieur.

« Si un accident vient à immobiliser le sous-marin dans un fond et que l'équipage doive songer à abandonner le bâtiment, chaque matelot endossera un appareil de respiration artificielle. Après quoi, passant à travers les différents compartiments du couloir étanche, il arrivera à la porte extérieure qui, ouverte, lui donnera accès dans la mer et il gagnera la surface des eaux où le maintiendront des flotteurs qui l'auront convoyé du fond de l'océan. A mesure qu'il aura franchi les compartiments, leurs portes se seront fermées derrière lui et l'eau aura été rejetée par des pompes puissantes. Et ainsi de suite l'opération se poursuivra jusqu'à ce que le capitaine, le dernier, ait laissé le submersible.

« D'autres particularités signalent ce submersible, qui est long de 111 mètres sur 10 de largeur et a 5 mètres de tirant d'eau, à l'attention des techniciens.

« La respiration à bord a été l'objet d'un soin tout particulier pour la période d'immersion. L'espace qui est réservé à l'équipage est plus grand que dans les sous-marins précédents.

En outre, innovation des plus importantes, des postes de commande indépendants du poste central permettent de faire fonctionner les différents organismes du bâtiment, de divers points du navire, dans le cas où les appareils de commande de la cabine centrale cesseraient d'être utilisables. Les uns et les autres, indépendants également l'un de l'autre, assurent la marche du navire et font indifféremment fonctionner tous les mécanismes d'immersion ou de remontée, le système de ventilation et les portes de sécurité.



« Le *V-5* sera affecté à l'escadre de l'océan Pacifique. »

On peut donc dire que TOUS les problèmes de la navigation sous-marine sont résolus. Et il est superflu d'en montrer l intérêt.

Chef de poste de T. S. F.

Digitized by Google

Les câbles sous-marins

par R. TABARD

Malgré l'importance des postes de T. S. F. dans les communications à grande distance, il ne reste pas moins vrai que l'utilité des câbles sous-marins reste aussi grande que par le passé.

L'auteur a réuni dans les lignes qui suivent la matière d'une abondante documentation.

Toutefois, étant donné le caractère d'intérêt général de l'article, il renvoie le lecteur, pour plus ample étude, aux sources mêmes où il a puisé.

PREMIERS ESSAIS

TRACER l'historique des tout premiers essais de liaison par câbles sous-marins serait une tâche toute indiquée au début de cet article.

Ce serait aussi l'occasion de rendre à des chercheurs obstinés et malheureux une part de gloire que l'on ne songe même plus, par oubli complet, à leur disputer.

Malheureusement encore, ils sont trop nombreux et ils avaient trop de foi.

Car il leur a fallu une forte part de cette vertu théologale pour oser aborder ce problème aussi simple que compliqué de la ligne sous-marine.

Car descendre un fil dans l'eau, rien de plus simple, mais faire qu'il dure, rien non plus de plus compliqué.

C'est pourquoi nous n'aborderons ce travail de récapitulation qu'à partir des premiers essais encourageants.

Hâtons-nous de dire qu'au moment où nous prenons notre histoire les mêmes encouragements étaient eux-mêmes assez inutiles.

C'est ainsi que A. Bonel, dans un ouvrage très documenté, paru en 1891, indiquait l'insuccès total des premières expériences :

Au fond de l'Océan, de la Manche, de la Méditerranée, dorment comme des morts oubliés le premier câble transatlantique, ceux de Carthagène, de la Spezzia, de Bizerte et les lignes de la Compagnie sous-marine.

Là furent engloutis des millions; mais les fautes et les inexpériences dans les débuts ne découragèrent nullement les

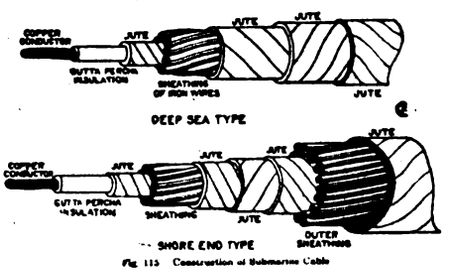


Fig. 1

promoteurs de ces entreprises qualifiées de folles par les uns et d'impossibles par les autres.

De nouvelles dispositions dans la fabrication modifièrent les parties défectueuses des conducteurs.

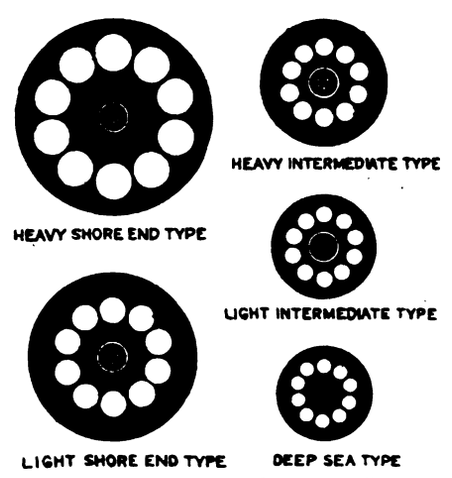


FIG. 2

On inventa des appareils nécessitant une source électrique insignifiante et on est arrivé aujourd'hui à des résultats qui assurent aux câbles placés dans l'eau une durée relativement assez longue.

Pour la première fois, en 1839, on essaya de passer une dépêche à travers un fleuve, mais les moyens employés trop rudimentaires ne donnèrent aucun succès.

Le fil avait été enduit de gomme laque qui, ne présentant pas d'élasticité, se brisa en peu de temps.

On obtint seulement une certaine réussite à partir de 1843 lorsque la gutta fut apportée de Chine en Europe.

Des fils de cuivre simplement revêtus de cette gomme servirent primitivement de conducteurs entre la France et l'Angleterre.

Leur résistance mécanique insignifiante fut cause de leur perte; cependant, bien abrités, ils présentaient suffisamment de garanties sous le rapport électrique, puisqu'un câble aussi peu protégé à fonctionné sans interruption entre Sébastopol et Varna pendant la guerre de Crimée.

Après une expérience chèrement payée, on est arrivé aux dispositions suivantes :

Les câbles sont le plus souvent de trois types, quant à leur grosseur.

L'âme, comme on l'appelle en télégraphie, formée du conducteur et de son enveloppe isolante est la même pour tous malgré que la quantité de métal qu'elle renferme soit très variable.

Elle possède un toron de sept fils de cuivre à travers lesquels doit passer le courant.

De plus, un diélectrique forme de trois couches alternées de gutta percha, séparées par de la composition Chatterton, enduit destiné à boucher les fissures qui se produiraient dans la gutta.

C'est un mélange de ce dernier corps avec du goudron de Stockholm.

Le câble côtier ou *shore end* représenté par la Fig. 2 (By Courtesy Submarine Télégraphy of Chicago) doit présenter des qualités toutes spéciales de solidité.

Digitized by Google

L'âme est entourée d'un coussinet de jute tannée appliquée humide, destinée à atténuer la pression des douze ou treize fils d'acier galvanisés, par-dessus lesquels existe encore un guipage de chanvre goudronné.

finissent par se glisser jusqu'au centre, rongent l'âme et mettent le conducteur à nu.

Ces sortes de câbles ne peuvent posséder plus d'un conducteur à cause des phénomènes développés par l'induction.

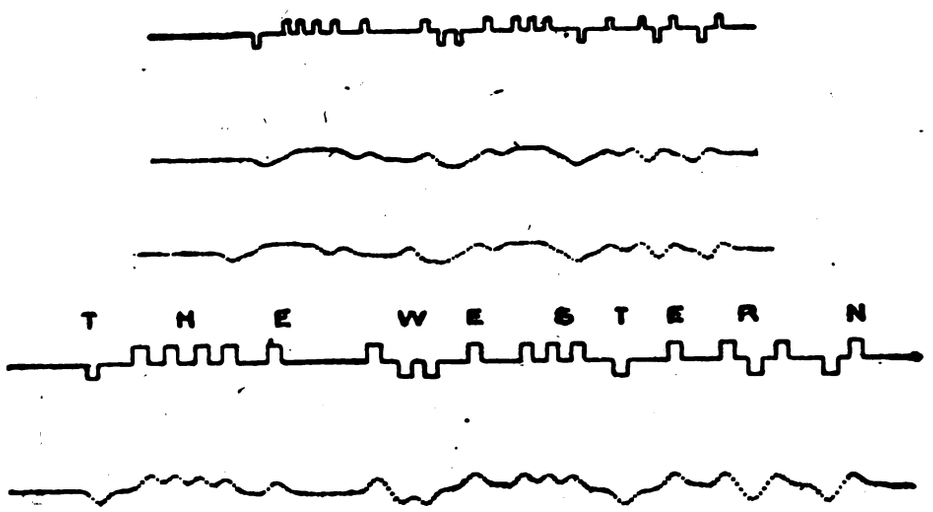


FIG. 4

Enfin, le tout est protégé par 12 torsades chacune de 3 fils d'acier.

L'assemblage présente cinq centimètres de diamètre, force très considérable destinée à résister aux efforts des ancres, dragues, ressacs, etc...

Au fur et à mesure qu'on descend dans la mer, l'épaisseur du câble diminue, on arrive ainsi au *câble intermédiaire* ou *main câble*, c'est-à-dire le *câble côtier*, moins la torsade extérieure et enfin, au *câble de profondeur* (deep sea) composé de l'âme, du coussinet de jute et de 10 à 16 petits fils d'acier, suivant leur grosseur, pour lui donner une force suffisante pendant la pose, et de plus, d'un guipage goudronné.

L'enveloppe métallique sert en outre de résistance à la pression de l'eau qui s'élève parfois jusqu'à plus de 200 atmosphères.

Le *câble de profondeur* possède environ 20 m/m de diamètre.

Une des conditions *essentielles* de la durée d'un câble réside dans la position qu'il occupe au fond de la mer.

Aussi apporte-t-on le plus grand soin dans les sondages exécutés avant toute opération.

Souvent, il arrive que le câble suspendu sur des rochers s'use rapidement sous l'influence du remous et des courants sous-marins, tandis que, placé au fond d'une vallée il ne tarde pas à se couvrir de coquillages qui, loin de nuire à sa conservation, forment une nouvelle enveloppe.

Quelquefois, cependant, mais très rarement, des insectes, dans le genre du taret

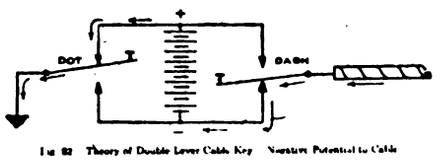


Fig. 5 *a*

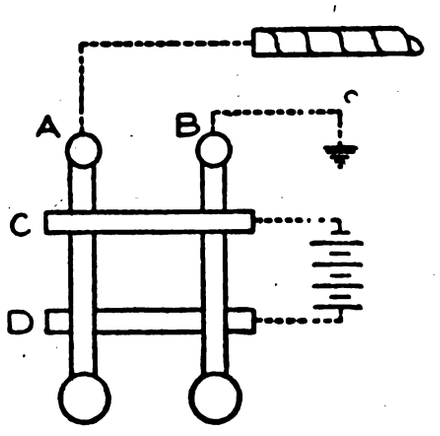


Fig. 5 *b*

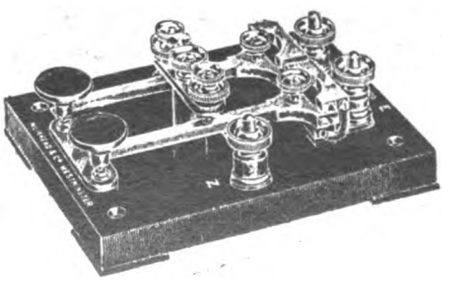


Fig. 5 *c*

EN PLEINE APOGEE

L'industrie du câble sous-marin, qui n'a pas été tuée par la T. S. F., est aujourd'hui très brillante.

M. LAROSE, ingénieur en chef des P. T. T. a donné dans un N° de l'*Illustration Economique et Financière* quelques chiffres qui nous fixeront sur les progrès réalisés.

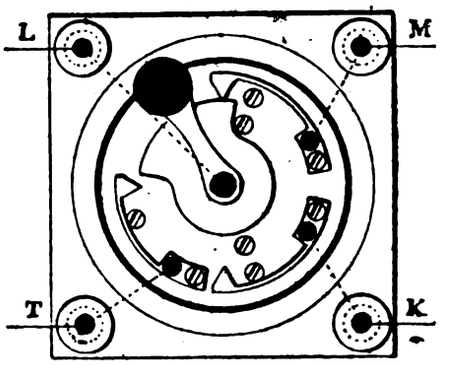


FIG. 6

Nous lui empruntons les passages de son travail ayant trait aux usines de câbles et aux navires câbliers.

«L'Etat possède à la Seyne-sur-Mer, au fond de la rade de Toulon, une usine pour revêtir les âmes des câbles sous-marins de leurs armatures; il ne possède pas d'usine pour fabriquer les âmes de câbles.

Les âmes utilisées par l'usine de la Seyne, sont ou bien achetées dans l'industrie (chez la S. I. T. Grammont et India Rubber) ou proviennent de la disponible de câbles relevés au cours de réparations et dont l'état défectueux de l'armature interdit le réemploi.

Depuis son établissement l'usine de la Seyne-sur-Mer a fabriqué 4,300 kilomètres de câbles de types divers : grand fond, intermédiaire, câbles à double armatures, câbles à plusieurs conducteurs.

En outre, de l'usine de la Seyne, deux usines françaises finissent la fabrication des câbles sous-marins en revêtant les âmes de leurs armatures : l'usine de Calais de la Société Industrielle des Téléphones et l'usine de Saint-Tropez des Etablissements Grammont.

De Saint-Tropez sont sortis les câbles Marseille-Bizerte-Tunis et des câbles de Madagascar et d'Extrême-Orient.

De Calais, les câbles Marseille-Oran et Marseille-Alger N° 4 (1913) et divers autres et dont les deux plus longs sont le câble Brest-Cap-Cod de 6,000 kilomètres et le câble Brest-Dakar de 4,500 kilomètres.

Digitized by Google

COMMENT ON POSE LES CABLES

Les câbles sous-marins sont posés par des navires aménagés spécialement.

Une fois posé le câble sous-marin est sujet à des accidents de nature variée, auxquels il faut remédier au plus vite : ce sont encore les navires câbliers qui exécutent ces réparations.

Le navire câblier est pourvu de cuves dans lesquelles est logé le câble qui sera utilisé pour la réparation des câbles, pour emmagasiner l'outillage nécessaire (Bouées grappins, cordages de drague métalliques) d'une machine de pose et de relevage pour immerger la drague au fond de la mer, la traîner sur le fond, y crocher le câble, le ramener à la surface, enfin terminer la réparation par l'immersion de l'épissure finale, rétablissant la continuité, après suppression de la partie avariée.

Les relevages se font par l'avant, ainsi que les immersions de câbles au cours des réparations.

Les poses de grande longueur se font par l'arrière.

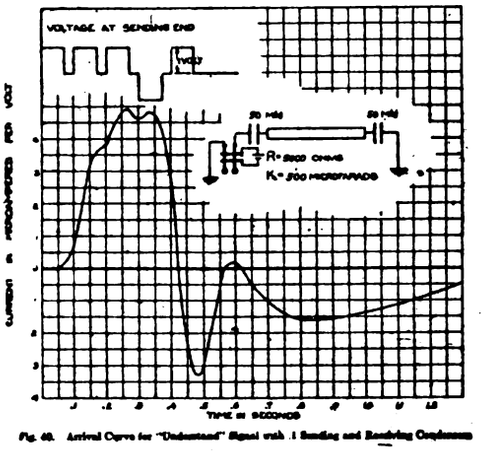


FIG. 7

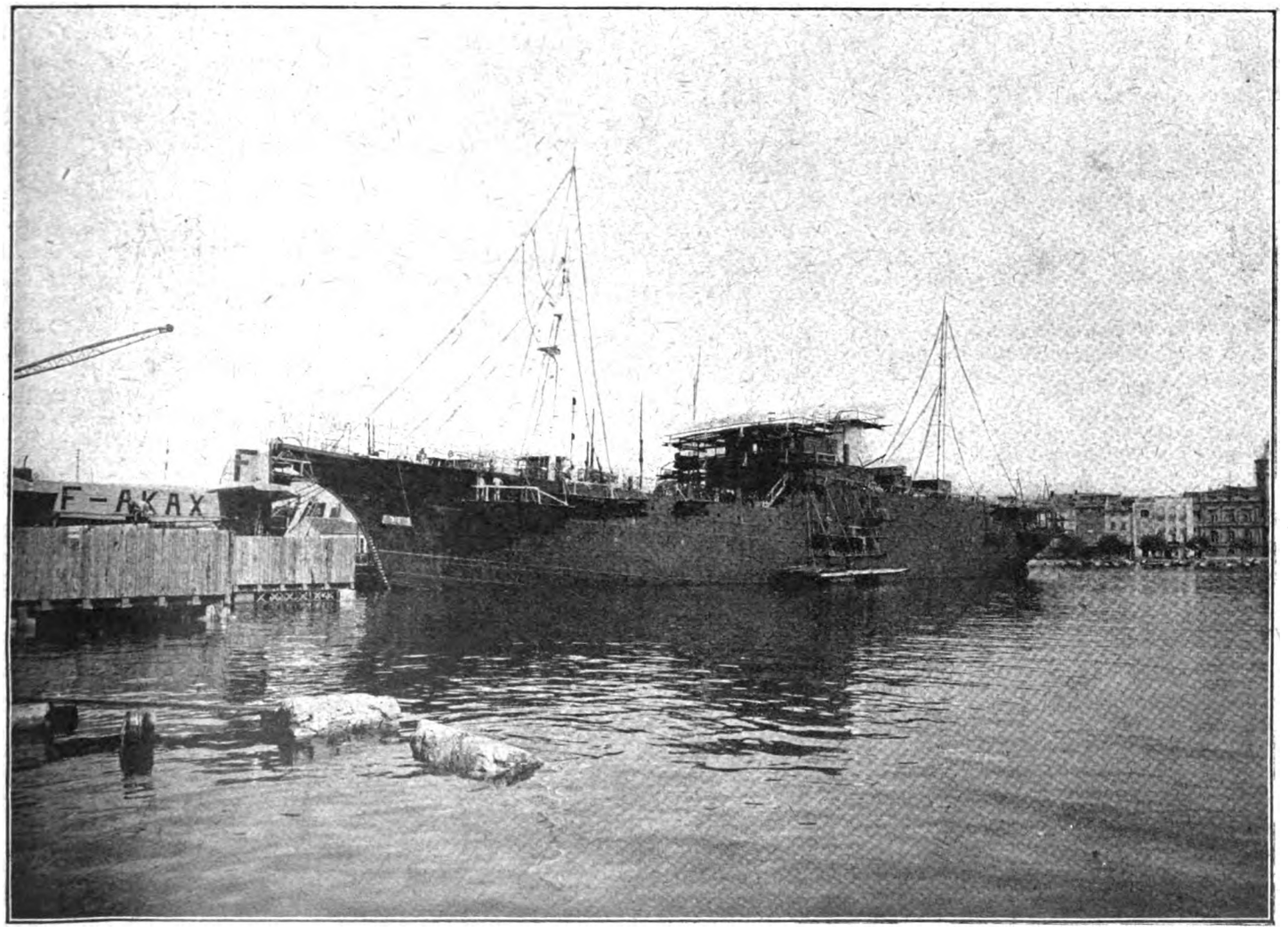
Il possède un laboratoire d'essais électriques destiné à mesurer l'état électrique du câble et à calculer la distance de la plus proche défectuosité.

Quand un câble devient défectueux, on ne le prend pas à une extrémité pour le relever jusqu'à la défectuosité et le réimmerger ensuite.

On détermine le point où ira travailler le navire câblier en localisant du point d'atterrissage la position de la rupture ou du défaut.

Cette détermination se fait par des essais électriques, la position de la rupture ou de la faute se laisse localiser à quelques kilomètres près sur un câble de plusieurs milliers de kilomètres.

Il existe quatre navires câbliers français : deux appartenant à la Compagnie Française de Câbles: *L'Edouard Jéramec* construit en 1913, dont le port d'attache est Halifax et qui est affecté à l'en-

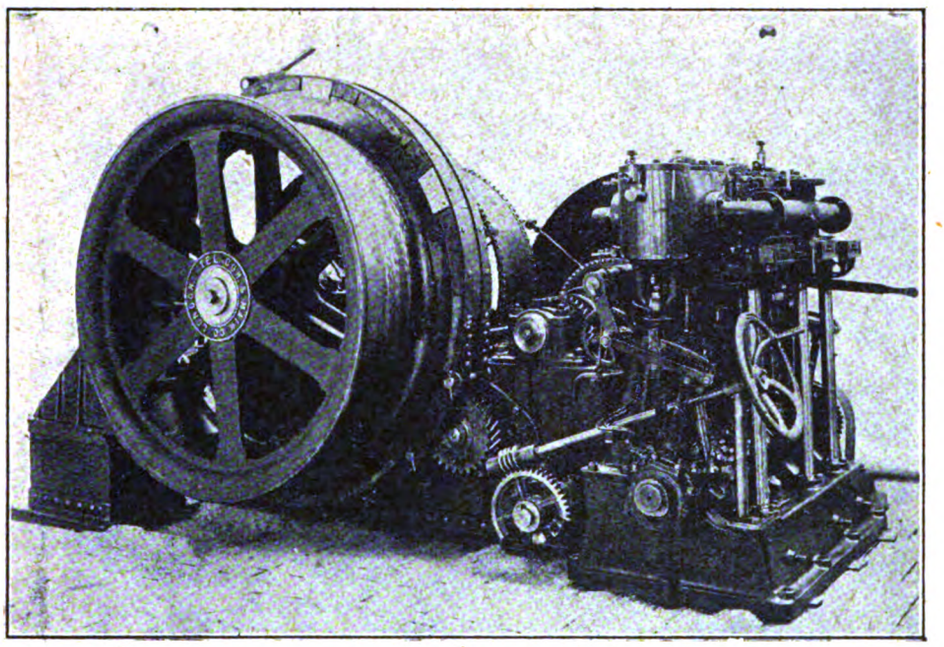


AMPÈRE lancé le 25 Mai 1930,
construit par la Société Provençale de Constructions Navales *La Ciotat*

Digitized by Google

tretien des câbles français reliant Brest à Terre-Neuve et aux Etats-Unis.

Le *Ponyer-Quertier*, datant de 1879, dont le port d'attache est Fort de France



Machine de relevage des câbles
(Deux de ce modèle sur l'AMPÈRE)

et qui est affecté à l'entretien des câbles français de la Mer des Antilles.

L'Etat possède encore deux navires câbliers de réparations, de dimensions moyennes : *La Charente*, port d'attache Le Havre, est affecté à l'entretien du réseau côtier Nord; l'*Ermite Baudot*, port d'attache La Seyne-sur-Mer, est affecté à l'entretien du réseau méditerranéen et du réseau côtier du Maroc.

TRAFIC

Immerger les câbles est une chose.

Connecter aux extrémités des appareils d'émission et de réception télégraphique en est une autre.

Mais il faut avant tout connaître les câbles dont on dispose et adopter telle ou telle solution en fonction de leurs caractéristiques.

Il y a d'abord la *loi d'ohm* qui montre plus la longueur du câble est grande, plus sa section est réduite, que plus sa résistance est élevée.

Il y a bien le moyen d'augmenter la section des conducteurs mais il ne faut pas oublier non plus que l'on atteint rapidement des sections qui cessent vite d'être acceptables.

Les plus longs câbles existant actuellement sont ceux du câble Brest à Cap Cod (Boston), dont la longueur est voisine de 6,000 kilomètres et du câble de Vancouver à Fauning, long de 6,400 kilomètres.

Or il se trouve que pour ces longueurs on ne peut pas dépasser un diamètre de 3 centimètres et encore pour les câbles dits de grand fond.

La résistance ohmique mise à part, il faut compter avec la capacité du câble par rapport à ses revêtements métalliques et celle de ces derniers par rapport à l'eau environnante.

Le premier effet de la circulation des courants dans le câble est d'induire des courants particulaires dans le revêtement métallique. Cela réalise en outre par rapport à l'âme, un système de condensateur qui se trouve en série par rapport à celui formé par les mêmes armatures et la masse liquide.

Il en résulte encore dans l'enveloppe isolante, qui se comporte alors comme le *diélectrique* du condensateur, et donne lieu à une condensation résiduelle.

L'effet de cette condensation est, comme le montre le raisonnement, de s'opposer au développement du courant.

A côté de la résistance et de la capacité du câble il y a la self induction des enroulements des circuits d'envoi et de réception...

Sans faire une analyse poussée on voit que l'on a affaire à une somme d'inductances et à une capacité répartie qui est toujours très importante.

Toutes ces particularités intervenant, on voit qu'il faut laisser au courant un certain temps avant qu'il donne au bout du câble son effet maximum et aussi pour que l'intensité devienne égale sur toute l'étendue du conducteur.

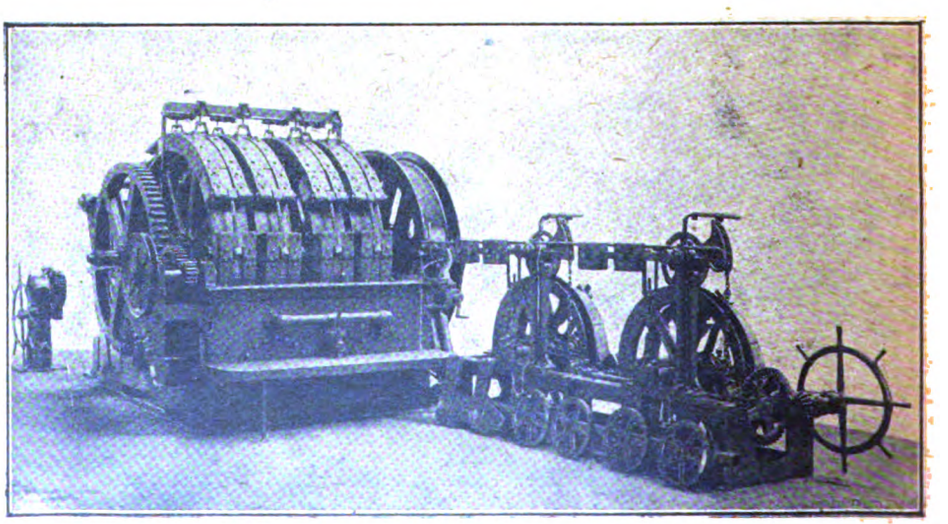
Ce retard dans la transmission du courant constitue ce que l'on appelle une *constante de temps*, laquelle est représentée dans les calculs par la lettre σ.

Le raisonnement conduit plus haut montre que σ est proportionnel à $C \times R$, c'est-à-dire au produit de la capacité du câble multiplié par sa propre résistance.

On admet que le courant donne — en pratique — son effet maximum avec $25 \times \sigma$.

De là, on déduit qu'il faut plus ou moins d'σ en fonction des appareils utilisés.

L'appareil Morse demande pour fonctionner des courants intenses ce qui correspond à une dizaine d'σ alors qu'un galvanomètre demandera au plus $1/2\ \sigma$.



Machine de pose de l'AMPÈRE

Digitized by Google

Il faut donc que le câble se trouve, après, chaque signal aussi complètement déchargé qu'il est possible.

La conclusion est que seuls les petits câbles peuvent recevoir des appareils ou de télégraphie rapide ou de téléphonie.

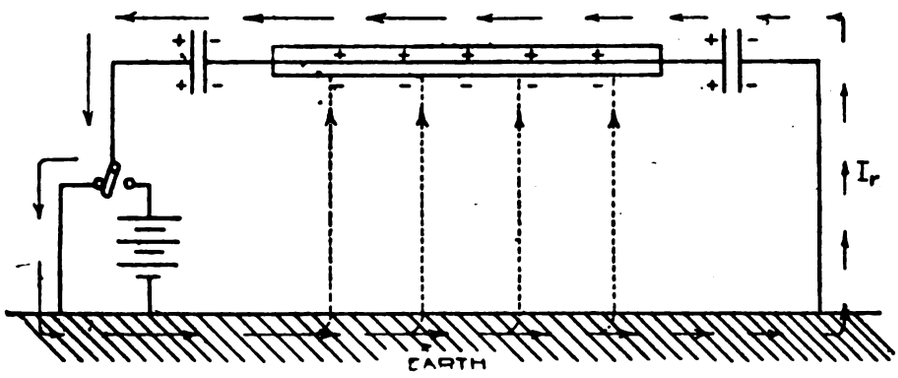


Fig. 8

La question malgré tout reste délicate et l'on s'en rend compte si l'on compare l'énorme capacité du système par rapport à celle d'une ligne *téléphonique-réseau* et dont la capacité suffit pour déformer les *impulsions* reçues, par exemple, d'un *disque d'appel* d'un téléphone automatique.

D'une façon générale, la vitesse de transmission des signaux varie comme le carré de la longueur du câble et aussi, comme nous l'avons indiqué, du *travail* dépensé par l'enregistreur.

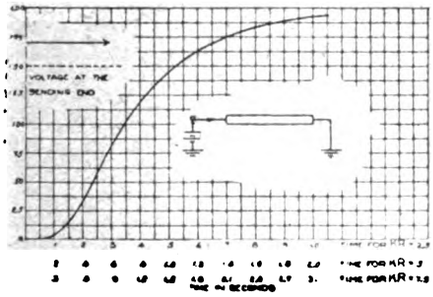


Fig. 9

C'est ainsi que des appareils comme les relais Magneto et Dynamo et le Recorder sont tout désignés pour la réception des signaux faibles.

Parmi les exemples pris dans la réalité il nous faut citer le cas des câbles franco-algériens dont la longueur est comprise entre 900 et 1,100 kilomètres et qui sont exploités avec des *Baudot imprimeurs*.

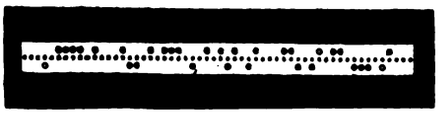


Fig. 10

Pour les câbles de grande longueur il n'est pas rare de trouver des courants de sortie très faibles, de l'ordre du micro-ampère, ce qui impose une amplification intermédiaire.

Un exemple est donné par le câble

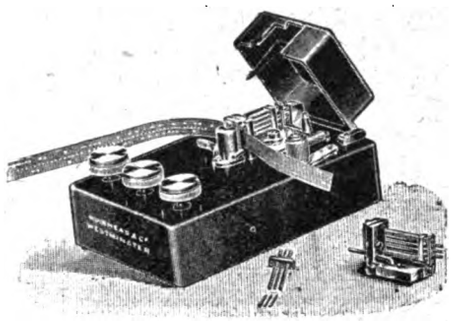


Fig. 11.

Brest à Saint-Pierre de Terre-Neuve, dont la longueur est de 4,400 kilomètres et qui travaille en *Duplex* à raison de 500 mots-minute.

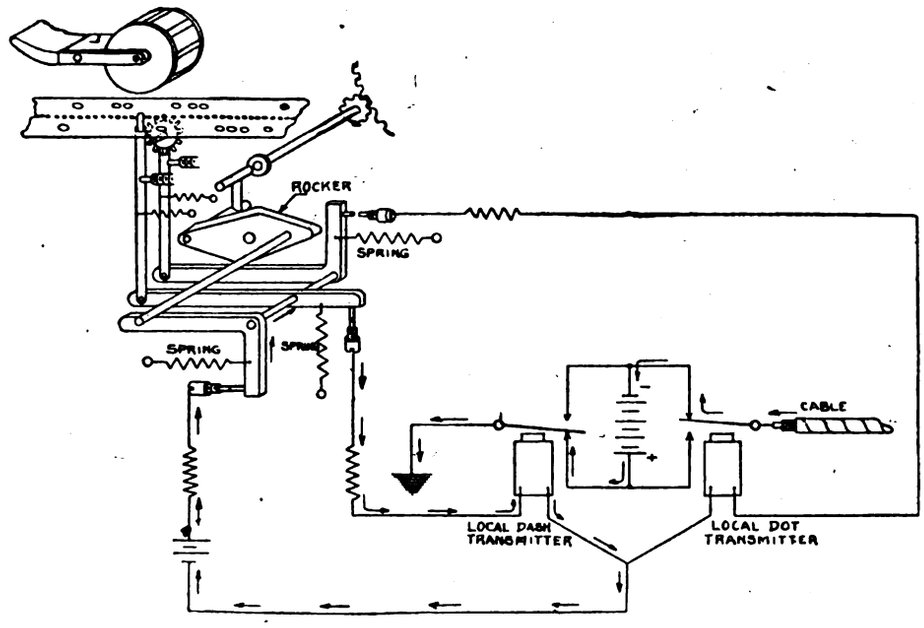


Fig. 12.

Disons, avant de passer à l'examen des appareils, que la capacité des câbles reste toujours le plus grand obstacle rencontré et s'opposant à la qualité et à la rapidité du trafic.

Cette capacité est, ou mesurée ou calculée.

Dans ce dernier cas, on utilise la formule $C \pm 0{,}127\ K \times L \times {}^1/\log a/b$ qui est celle se rapportant aux condensateurs cylindriques à lame diélectrique quelconque, les rayons des armatures intérieures et extérieures étant représentées par *a et b*.

K est un coefficient qui exprime la capacité inductive du diélectrique.

Il correspond au K de la formule utilisée pour le calcul des condensateurs plans.

Il est égal pour la gutta à 3.

Comme on compte par self et capacité au kilomètre, voyons à titre d'exemple ce que l'on obtient avec $a \pm 0^c2$, $b = 0^c6$ et L = 1 KLm = 100,000 c/m.

On trouve en prenant K = 3 une capacité = 136,500 unités.

Un tel chiffre peut être considéré comme très bon puisque la plus petite capacité au kilomètre qui ait pu être obtenue jusqu'à ce jour est égale à C = 124,000 unités.

Ces observations laissent encore voir qu'il ne faut pas lancer dans le câble des courants trop intenses qui pourraient le mettre rapidement hors service.

Quant à la qualité du trafic, la figure 4 met en regard a) les signaux, transmis et b) les signaux déformés.

Digitized by Google

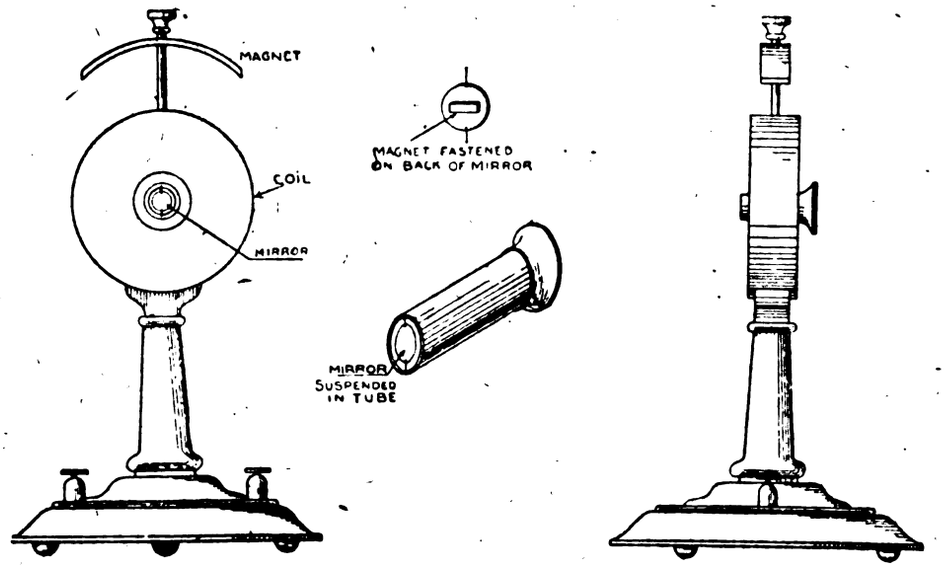


Fig. 13.

EMISSION ET RECEPTION

Ces données préliminaires connues il nous est facile d'examiner la façon d'équiper une station d'émission et de réception.

Disons de suite que nous ne donnerons que des descriptions de principe renvoyant le lecteur aux ouvrages spéciaux pour une étude plus approfondie.

En émission, d'abord, comme dans toute télégraphie, on fait usage d'une clef de manipulation et d'un commutateur émission-réception.

La figure 5 montre en *a*, *b* et *c*, le schéma réel d'une clef, sa forme matérielle, qui est aussi, celle représentée dans les schémas, et finalement l'aspect réel d'un tel organe (a, b et c).

Quant au commutateur (voir figure 6). C'est un organe tournant à came à trois positions, émission, réception et décharge de la ligne.

Nous avons dit qu'il est important de ne pas utiliser de trop forts courants et c'est pourquoi *Varley* aux débuts mêmes de cette télégraphie, imagina de couper les câbles, à l'arrivée et au départ par des condensateurs de capacité convenable.

Ce système donne des courants faibles mais on spécule sur l'extrême sensibilité des galvanomètres et l'on fait de la réception au miroir.

Il n'est d'ailleurs pas impossible, et la chose se fait, d'envoyer le rayon lumineux sur des cellules photoélectriques et d'amplifier le courant fourni par celles-ci pour entraîner un enregistreur.

La clef de manipulation ou Key reversins est utilisée pour charger le câble ce qui correspond à l'envoi d'un signal (voir figure 7).

Il ne faut pas perdre de vue pendant une transmission que la diffusion du courant est relativement lente car le câble présente sur toute sa longueur une infinité de dérivations capacitives qui peuvent être représentées comme l'indique la figure 8.

La loi qui régit ce phénomène peut être exprimée par une courbe qui exprime la constante de temps (voir figure 9).

D'ailleurs, de plus en plus, on recherche les transmissions automatiques ce qui évite la fatigue du personnel et donne aussi un bien meilleur trafic.

C'est qu'en effet, à côté des distorsions provoquées par le câble il y a, du côté émission, la fatigue de l'opérateur et du côté réception, l'inertie des organes et, quand on fait de l'enregistrement, la lenteur de retour au milieu de la bande du stylet écrivant.

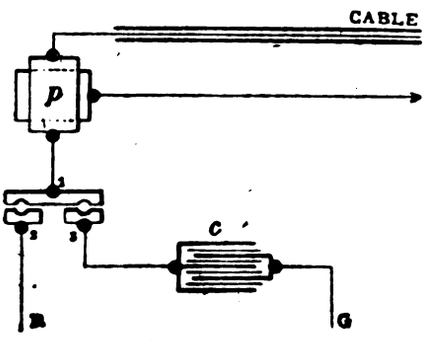


Fig. 16.

Il en résulte que ce dernier est actionné à nouveau avant qu'il ait eu le temps de reprendre sa position de repos.

C'est ainsi que maintenant, la transmission automatique correspond à l'enregistrement par siphon recorder.

On utilise à cette fin des bandes perforées dont la forme est indiquée par la figure 10.

Les perforations, qui correspondent aux signaux, sont obtenues par passage des bandes à travers des appareils dits *perforateurs* et dont la figure 11 montre la forme.

Ces bandes sont engagées dans des transmetteurs automatiques, dans lesquels une molette *lit* la bande — en établissant des contacts à travers les perforations, et forme des relais qui actionnent à leur tour le système de manipulation.

La figure 12 montre le détail de ces opérations.

En résumé, on a pour l'émission télégraphique sous-marine un câble mis au sol à ses deux extrémités, les appareils d'émission et de réception étant installés à chacune de celles-ci.

Cette définition montre en passant qu'il suffit d'utiliser comme récepteur un appa-

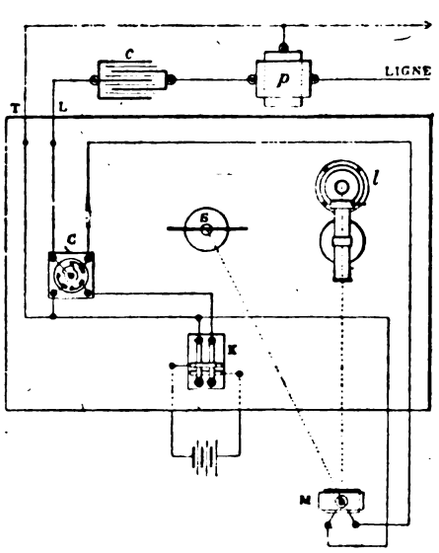


Fig. 14.

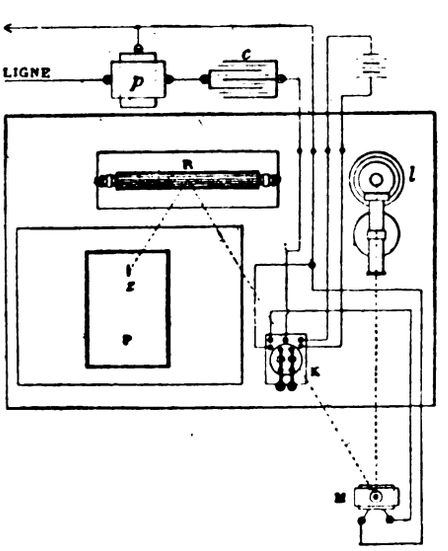


Fig. 15.

Digitized by Google

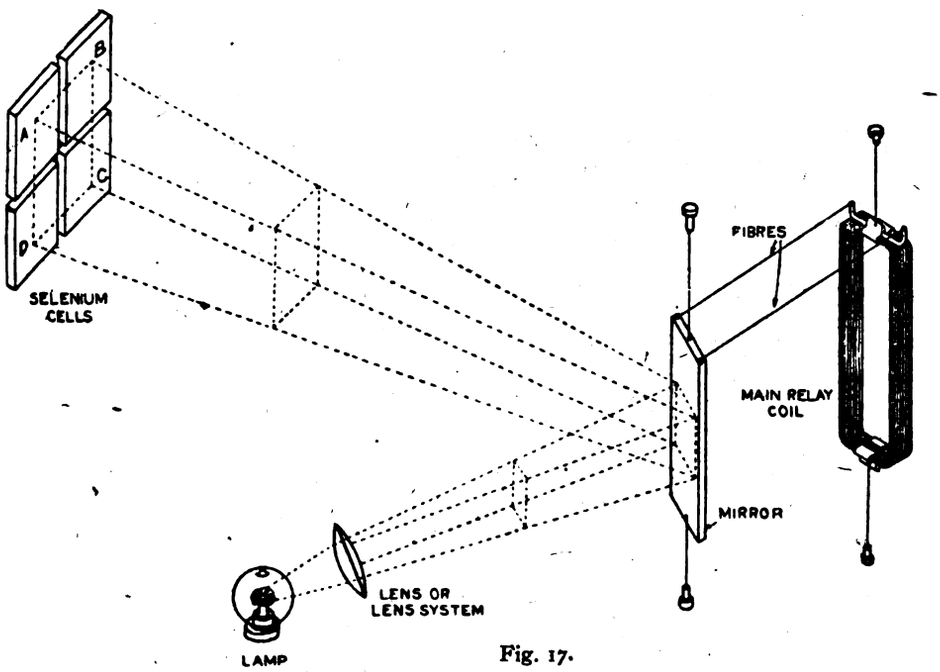


Fig. 17.

reil quelconque mais à la seule condition qu'il soit très sensible, les intensités à déceler étant, comme nous l'avons vu plus haut, de l'ordre du milliampère.

On voit donc que le récepteur tout désigné n'est pas autre chose qu'un galvanomètre.

Ce dernier se présente en télégraphie sous-marine sous la forme d'une boîte circulaire en cuivre montée sur socle et supportant un aimant à fer à cheval. A l'intérieur se trouve un cadre qui porte un petit miroir.

Le dit cadre est traversé par le courant télégraphique, dévie d'un côté ou de l'autre suivant le sens du courant et réalise la réception proprement dite.

La figure 13 montre la disposition du galvanomètre de Thomson qui est un des appareils les plus utilisés.

Dans la réalité, le miroir du cadre reçoit un rayon lumineux lequel est dévié par son mouvement et va frapper un appareil quelconque sensible à la lumière.

Ce qu'il importe pour la réception est la mise en circuit de ce galvano et l'élimination de la source de courant.

On y parvient à l'aide du commutateur émission-réception décrit ou plus simplement en enlevant une fiche court-circuitant l'appareil.

La figure 28 montre cette disposition, *b* est représenté en série par coupure de A × B.

Voici maintenant la façon d'équiper une station de réception.

Le courant du signal reçu entre câble et terre provoque un déplacement du cadre du galvano et avec lui du miroir.

Le mouvement du miroir, même très faible doit dominer un angle du rayon lumineux tel que celui-ci frappe l'écran S placé à 90 c/m. (Fig. 14).

En utilisant un manipulateur simple et un inverseur avec décharge de câble

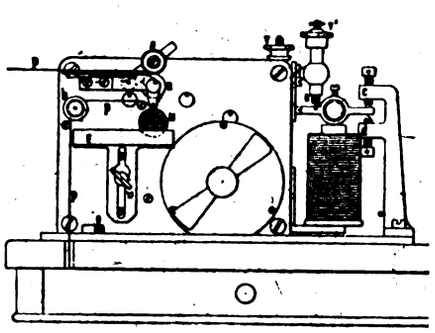


Fig. 19.

comme il a été dit, on peut adopter la disposition suivante :

Sur une table (voir fig. 14) placée devant l'opérateur se trouve l'inverseur c, la clef de transmission K, une source lumineuse L et l'écran S.

Le galvano est monté à part afin que son miroir M ne soit pas influencé par les vibrations possibles.

Une telle installation demande deux opérateurs : un qui énonce les signaux et l'autre qui inscrit.

On peut aussi s'arranger pour que le même opérateur puisse prendre et transcrire seul.

Dans ce but, le rayon lumineux est renvoyé sur le papier au moyen d'un réflecteur de 30 c/m de largeur sur 12 c/m de hauteur, lequel est supporté par deux tubes métalliques coulissants ce qui en permet le réglage.

La figure 15 montre la disposition de la station :

K est le transmetteur commutateur, *l* la source lumineuse, *z* le rayon lumineux

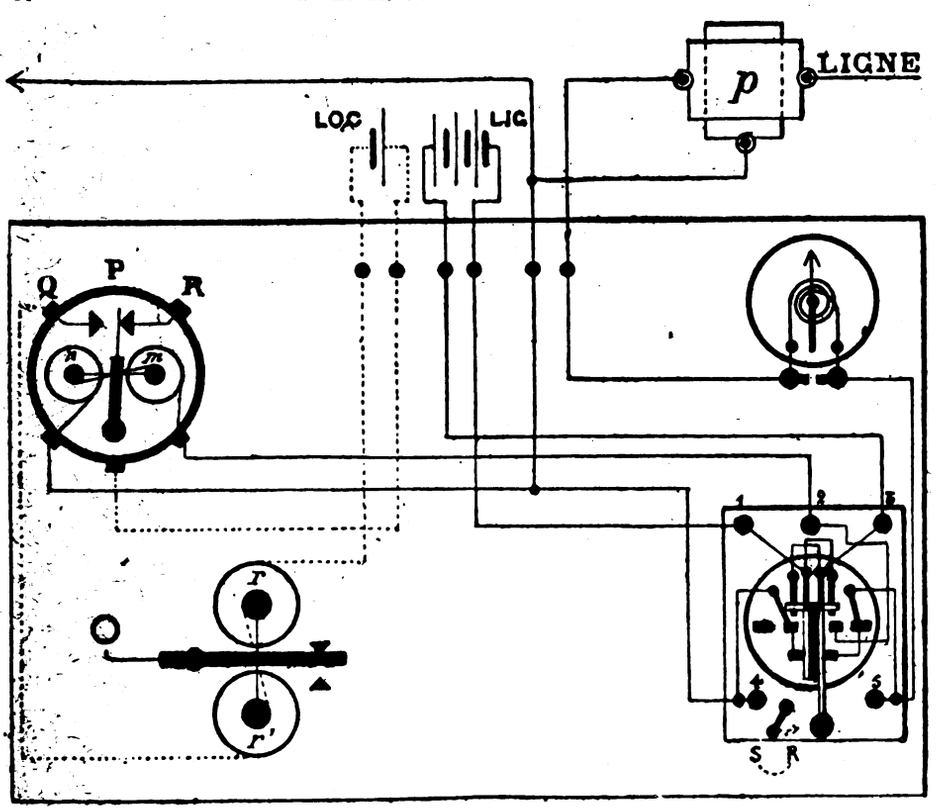


Fig. 18.

Digitized by Google

(appelé aussi *Spot*), *P* le papier pour recevoir la dépêche, T la terre, *l* le câble dans lequel s'intercale le condensateur *c* et le paratonnerre *p*.

La figure 17 montre le détail de l'installation :

Le cadre galvanomètre commande le miroir au moyen de deux fils fins qui dévient un rayon lumineux sur un groupe de cellules au sélénium.

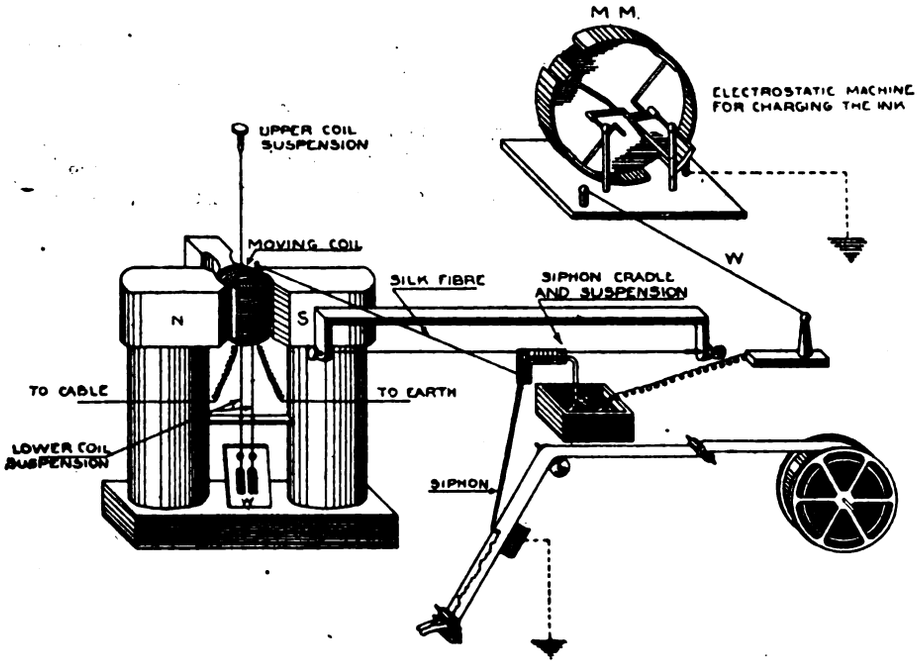


Fig. 20.

On peut aussi employer comme récepteur un relais approprié.

La figure 18 montre le montage à utiliser à l'aide d'un relais polarisé.

Le récepteur lui-même a ses bobines désignées par *r* et r^1, le relais étant en avant, à droite, de celui-ci.

On voit à droite, le galvanomètre et le transmetteur.

Six bornes, enfin, donnent la communication à la pile locale, la pile de ligne, la terre et un câble, avec, en série, son paratonnerre noté *p*.

Au point de vue trafic, cet ensemble est destiné à assurer trois fonctions.

Au repos, *g* étant tourné vers l'émission (Send) le levier transmetteur s'appuie : I sur *a*, de même K sur *b*.

Le zinc est à la terre et le cuivre au câble.

Le négatif suit la borne 3, B, *a*, I, le plot *i*, la lame *c*, jusqu'au sol par la borne 4.

Cette borne et un des côtés des relais prennent la terre sur le même fil, à l'endroit indiqué par un point.

Le positif, à partir de la borne 1, gagne A, *b*, K, le plot e^1, la lame *d* et la ligne par la borne 5.

A LA TRANSMISSION

Si l'on appuie sur H, K, abandonne *b* et presse contre B tandis que I quitte *a* et se relève contre A.

Le négatif cette fois est à la ligne et le positif à la terre.

Le premier traverse la borne 3, B, K, e^1, la lame *d* et se rend à la ligne par la borne 5, à travers le paratonnerre *p*.

Si l'on veut utiliser facultativement deux récepteurs, on emploie le dispositif indiqué par la figure 16.

Ce câble aboutit, en traversant le paratonnerre à une borne de cuivre notée 1 devant laquelle existent des bornes plus petites 2 et 3. Le premier appareil (Morse) se joint à 2 et le galvanomètre à 3.

Le condensateur *c* reste intercalé entre la borne 3 et l'ensemble des appareils.

Une fiche introduite en 2 ou 3 met en service l'un ou l'autre des récepteurs.

La lecture, quand on utilise un rayon lumineux dévié ne va pas sans quelque difficulté.

Les déviations du rayon sont très nettes sur une courte ligne mais par contre sur un câble un peu long la lecture est contrariée par les courrants telluriques et par les phénomènes d'induction dans le câble.

Les courants induits peuvent assez facilement être plus grands que le signal et de sens inverse de sorte que la transmission est partiellement faussée.

C'est une considération de cette nature qui a conduit à faire prévoir dans les règlements, l'échange toutes les cinq minutes, l'échange d'un signal de bonne lecture.

Nous avons indiqué les difficultés rencontrées pour la lecture des signaux et signalé l'emploi des cellules photo-électriques.

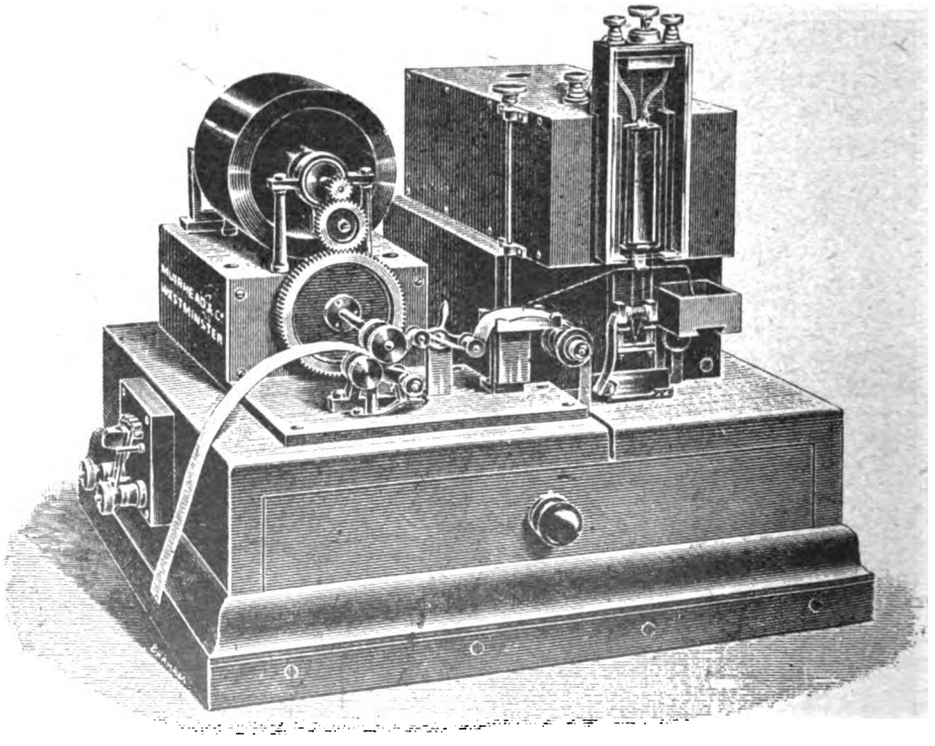


Fig. 21.

Digitized by Google

Le second communique au sol par la borne I, la lame A, L, *i*, *c*, et la borne 4.

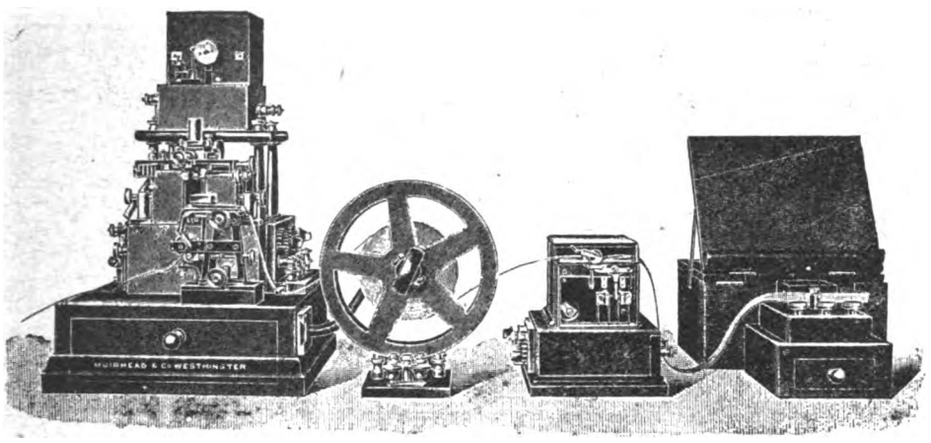


Fig. 23

RECEPTION

Si on ramène à droite le levier *b*, vers réception (receive) l'appareil est sur réception.

Le courant négatif émis par la station transmettrice pénètre dans l'appareil par la borne 5, suit la lame *d*, cette fois appuyée sur i^1, puis par la borne 2, se rend dans le relais, traverse les bobines *m n* et rejoint la terre.

Le changement s'effectue dans l'état magnétique du noyau des bobines, l'aiguille quitte R pour venir buter contre Q et fermer le circuit local qui comprend les bobines $r\ r^1$.

Le signal transmis se trouve donc reproduit avec l'intensité que l'on désire.

Il est, en particulier, possible d'actionner un enregistreur Morse de la forme indiquée par la figure 19.

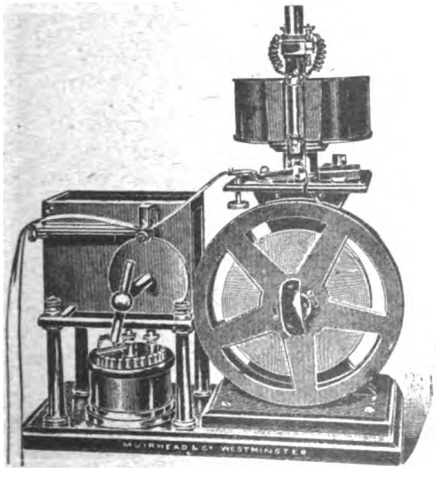


Fig. 23 *a*

On peut aussi actionner un *siphon recorder* suivant le mécanisme indiqué par la figure 20.

La figure 21 laisse bien voir le mécanisme de l'enregistrement représenté sur la figure 20.

La figure 24 montre un montage dans lequel tout est réuni, c'est ce que l'on appelle un *Direct writing Siphon*.

Ce qui précède s'applique à la télégraphie unidirectionnelle mais peut être adaptée à la télégraphie bilatérale ou en *Duplex*.

Voici la description de la méthode la plus utilisée et qui est due à *Muirhead*.

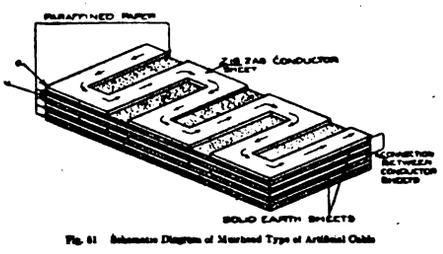


Fig. 24.

DUPLEX

Ce mode de transmission bilatérale repose sur les propriétés de l'équilibre électrique lequel est satisfait par l'emploi d'un *câble artificiel* qui équilibre le *câble réel*.

Le *câble artificiel* est constitué par des boîtes renfermant des unités constituées par une bande de papier d'étain coupée en zig-zag (figure 24) et d'une feuille pleine séparée par deux feuilles de papier paraffiné.

L'assemblage de ces câbles factices — par unités — forme ce que l'on appelle des séries.

L'extrémité de la bande du premier élément est en rapport avec l'autre bout du suivant et ainsi de suite.

Un certain nombre de ces unités est encore relié avec ce que l'on nomme des *sections* dans lesquelles toutes les feuilles entières d'étain communiquent ensemble.

Les feuilles en zig-zag représentent le conducteur du câble, les feuilles paraffinées, l'enveloppe isolante et les feuilles

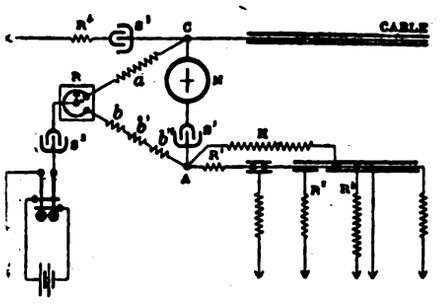


Fig. 26.

d'étain l'eau de mer ou l'armature du câble. Elles sont, par suite, mises au sol.

La figure 25 donne le schéma d'un *câble artificiel*.

Dans la figure 26, la ligne supérieure du câble artificiel représente le papier paraffiné ou enveloppe isolante, la ligne du milieu les bandes d'étain et la ligne intérieure les feuilles d'étain entières ou armature.

Le *câble réel* est en rapport avec le pont au point C.

Le récepteur M s'attache également à C ainsi qu'à un côté du condensateur S^1 tandis que l'autre partie de cet instrument se joint à A.

Le pont consiste lui-même en quatre séries de résistances une en *a*, les trois autres en *b*.

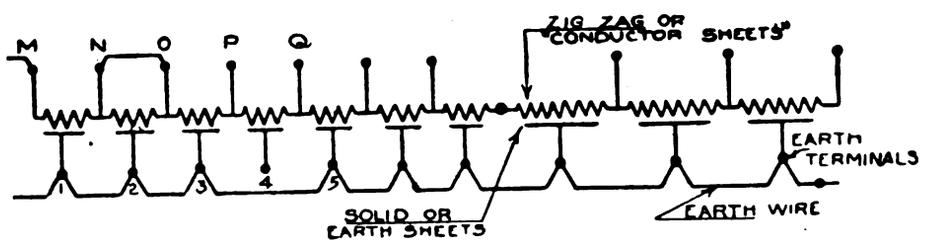


Fig. 25.

Digitized by Google

A possède deux bobine, une de 1,000 la seconde de 2,000 w.

Dans la partie *b* existent d'autres résistances divisées en un certain nombre de séries.

Un rhéostat R est en outre utilisé pour réaliser l'équilibre.

Il est équipé de telle manière que sa manœuvre ne change pas la résistance du circuit mais seulement le point d'application de la pile.

Enfin un shunt est prévu et joint le point A ou conducteur artificiel pour aider le Rhéostat et les condensateurs à parfaire l'équilibre.

Une connexion relie directement la terre à l'armature du *câble* artificiel, une autre connexion mène également le sol au point C à travers le condensateur S 3 entre l'inverseur et le Rhéostat.

Sur les petits câbles R^1, R^3, R^4 et S^8 sont supprimés.

Sur les grands câbles, il faut ajouter R^1 entre le point A et la ligne artificielle.

Sur de plus grands parcours il faut insérer une résistance supplémentaire en rapport avec R^2 entre une capacité du câble artificiel et le sol en vue d'éviter les dérivations.

Pour les réglages, on procédera comme il suit :

S'il s'agit d'un câble employant le Morse, insérer un miroir à la place du relais et ajuster la balance d'une façon approximative en envoyant des signaux très brefs.

Augmenter ou diminuer la résistance du bout de la ligne artificielle et agir sur le Rhéostat jusqu'à ce que le rayon reste au zéro.

En cas de difficulté, et ce qui arrive avec les câbles très longs, agir sur toutes les valeurs résistance et capacités que l'on fera varier microfarad par microfarad.

Les règles de l'exposition technologique voudraient que nous traitions ici des pannes qui peuvent atteindre les câbles sous-marins.

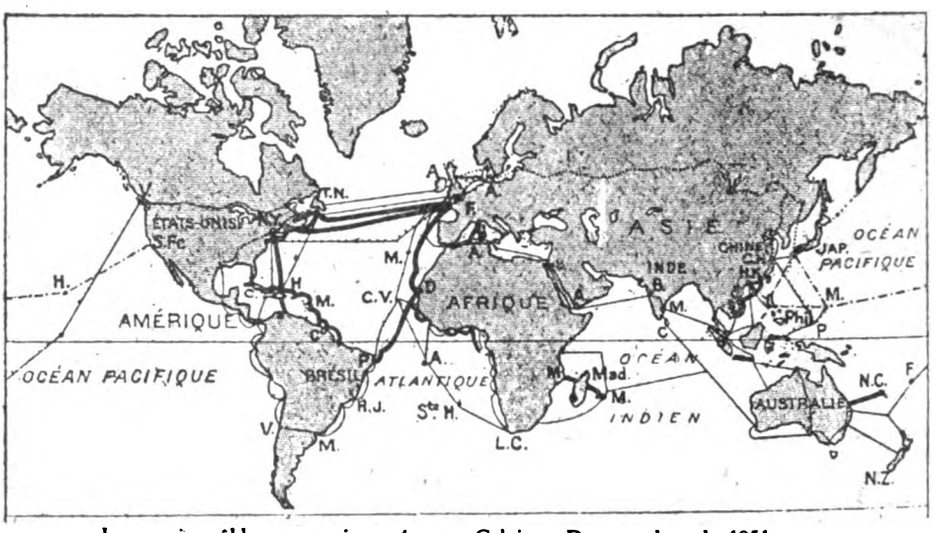
A la vérité, celles-ci ont toujours la même cause : mauvais isolement et ruptures, aussi il n'y a guère lieu d'y insister.

...Et d'autant moins que nous n'avons cherché ici qu'à donner au lecteur une vue d'ensemble des transmissions par câbles sous-marins.

En espérant avoir réussi nous le renvoyons pour plus de détails aux ouvrages spéciaux.

R. Labaref.

Chef de poste de T. S. F.



Le premier câble sous-marin posé entre Calais et Douvres date de 1851.

Un second câble fut immergé en 1858 entre l'Angleterre et les Etats-Unis.

On compte à l'heure actuelle près de 450.000 kilomètres de câbles en service.

Sur cette quantité, 65.000 sont la propriété de différents Etats, contre 350.000 appartenant à des Compagnies privées.

Ils se partagent, quant aux nationalités en *Anglais:* 6/10; *Américains:* 2/10; *Français:* 1/10; *Anciens câbles allemands:* 1/10.

Il n'est pas inutile de signaler ici que l'Allemagne tend à reprendre la place que le traité de Versailles lui a fait perdre.

Elle a entrepris en 1923 l'immersion de deux câbles vers les U.S.A.

Sur son propre territoire, enfin, elle a réussi à établir une transversale téléphonique, constituée par un câble sous-marin de 170 kilomètres à 12 conducteurs téléphoniques entre Kœnigsberg et Leba (Poméranie) une ligne aérienne relie Leba à Berlin.

Un câble sous-terrain va enfin de cette ville au Rhin. Ce câble comporte 214 circuits et se termine en fourchette à Cologne, Düsseldorf et Duisbourg.

Enfin une liaison a été établie en 1919-1921 avec la Suède au moyen de câbles téléphoniques de 120 kilomètres à 16 conducteurs, posés entre Stralsund et Malmoë.

Poursuivant son idée pangermanique, l'Allemagne espère donner à Berlin l'importance que détient par Londres, l'Angleterre qui est encore, en fait la détentrice des principaux câblés mondiaux.

Notre carte montre la position des principaux câbles immergés dans l'Atlantique.

La plupart, nous l'avons dit, appartiennent à l'Angleterre.

Celle-ci en particulier possède un faisceau de câbles entre Valentia, en Irlande et Halifax, continué vers New-York, Haïti, Cuba, l'Amérique Centrale et au-delà, par la côte pacifique de l'Amérique du Sud jusqu'à Valparaiso.

Elle possède également un câble qui l'unit à l'Amérique du Sud (Pernambouc, Rio de Janeiro, Montevideo) par les Iles du Cap Vert d'où se détache le câble vers l'Ascension, Sainte-Hélène et le Cap, doublé par un autre qui suit la côte occidentale d'Afrique.

La France, outre les câbles qui l'unissent à l'Angleterre possède un faisceau qui l'unit à Saint-Pierre et Miquelon et à New-York et de là à Haïti, aux Antilles, à la Guyane, un autre par Dakar, l'unit à Pernambouc.

SITUATION INTERNATIONALE ACTUELLE

Les principaux intéressés sont l'Angleterre, l'Italie, la France et l'Allemagne qui cherche a « recréer » son réseau de câbles.

L'Angleterre, écrit M. F. Aussaresses, chef de Cabinet du Sous-Secrétaire d'Etat des P.T.T. (1) est obligée, de par son insularité de pratiquer une politique de télécommunication.

N'a-t-on pas défini l'Empire Britannique: Un vaste réseau de câbles englobant dominions, protectorats et colonies. Aujourd'hui les câbles anglais font le tour du monde et leur régime peut être cité en exemple.

C'est ainsi que la Société Eastern gérante de câbles anglais vers l'Extrême-Orient possède une flotte de douze navires câbliers échelonnés le long du parcours : Londres, Gibraltar, Malte. Levant, Mer Rouge, etc... Ce réseau qui draine le Stock Echangé et le Foreign Office, les informations et les nouvelles de tous les points de la Terre fait de Londres la place maîtresse du marché mondial.

L'Italie, qui vient ensuite, a organisé ses communications télégraphiques avec la Cyrenaïque, la Tripolitaine et l'Albanie. Elle poursuit cette organisation avec la Grèce (Brindisi-Corfou), la Yougoslavie et la France (Gênes-Nice)

L'Allemagne a les mêmes raisons pour tenter de se relier directement aux pays recherchés par les émigrants ce qui la met en concurrence avec l'Italie en même temps qu'avec l'Angleterre.

La France, enfin possède des câbles qui la relient avec ses colonies du nord, du centre et du sud de l'Amérique. D'autres établissent sa liaison avec l'Afrique du Nord, Occidentale (A.O.F.) Equatoriale (A.E.F.). Elle communique encore par câbles anglais avec Djibouti les Etablissements de l'Inde et de l'Indo-Chine.

Finalement, une heureuse combinaison de câbles et d'antennes étend le rayon de notre trafic de Mozambique avec Madagascar et la Réunion, de l'Australie avec la Nouvelle-Calédonie.

D'autre part, la liaison Hawaï à Tahiti est réalisée par câble américain et T.S.F.

Ce dernier cas en particulier, illustre la collaboration possible et nécessaire de l'antenne et du câble.

BIBLIOGRAPHIE. — *Illustration Economique et Financière.* N° spécial: Téléphones, Télégraphe, Postes. — *Géographie* de Bergmann et Azambre, chez Challamel à Paris. *Submarine, Télégraphy of Chicago* (By Courtesy).

Digitized by Google

Les câbles sous-terrains à haute tension

par Jean BARRÉ

On lira ci-dessous un très intéressant article sur les câbles souterrains. L'extension des transports de force à grande distance et à grande puissance peut amener une supériorité marquée de ce système. De plus, dans les accumulations urbaines de plus en plus développées, seul leur emploi peut être envisagé. Enfin, il faut bien dire que, du point de vue de la défense nationale, on a là une garantie de premier ordre.

Ces arguments suffiront à amener le lecteur à parcourir les lignes suivantes.

LE transport de l'énergie électrique a été réalisé au début par des lignes aériennes, car c'est la solution qui se présente tout d'abord à l'esprit, et c'est de beaucoup la plus économique pour les faibles puissances. Lorsque les grandes puissances demandées nécessitèrent l'emploi de hautes tensions on s'inspira de toutes les installations existantes, et on réalisa des lignes aériennes parfaitement étudiées au point de vue de la sécurité interne, si l'on peut dire, mais qui malheureusement sont à la merci de tous les incidents atmosphériques et naturels. De plus, la distribution de l'énergie électrique dans une grande ville par des canalisations aériennes, outre qu'elle laisse fort à désirer au point de vue de l'esthétique, n'est pas sans présenter certains dangers. En effet, surtout si la ville à alimenter est étendue, on ne peut guère la couvrir d'un réseau uniquement à basse tension, relié à des postes de transformation extérieurs à l'agglomération ; le rendement d'un tel système serait déplorable, tant au point de vue purement électrique qu'au point de vue économique. On est donc tout naturellement conduit à installer des sous-stations de transformation au cœur même de la ville, et par conséquent à amener la haute tension dans des endroits habités et en perpétuelle transformation. Toutes les compagnies de distribution électrique ont nettement vu le danger de la ligne aérienne et, malgré le prix d'installation beaucoup plus élevé, ont employé des câbles souterrains.

Au début tout au moins, le problème n'était pas très difficile à résoudre, car les tensions utilisées étaient peu élevées, et l'homogénéité de l'isolant n'avait pas une importance capitale. Lorsque les tensions de distribution s'élevèrent, le problème se compliqua beaucoup, car de petits défauts de fabrication, qui avaient pu être négligés jusqu'alors, risquaient de provoquer la destruction très rapide du câble. L'étude dut alors être poussée très loin, dans des laboratoires spécialement outillés, afin de laisser le moins possible de part

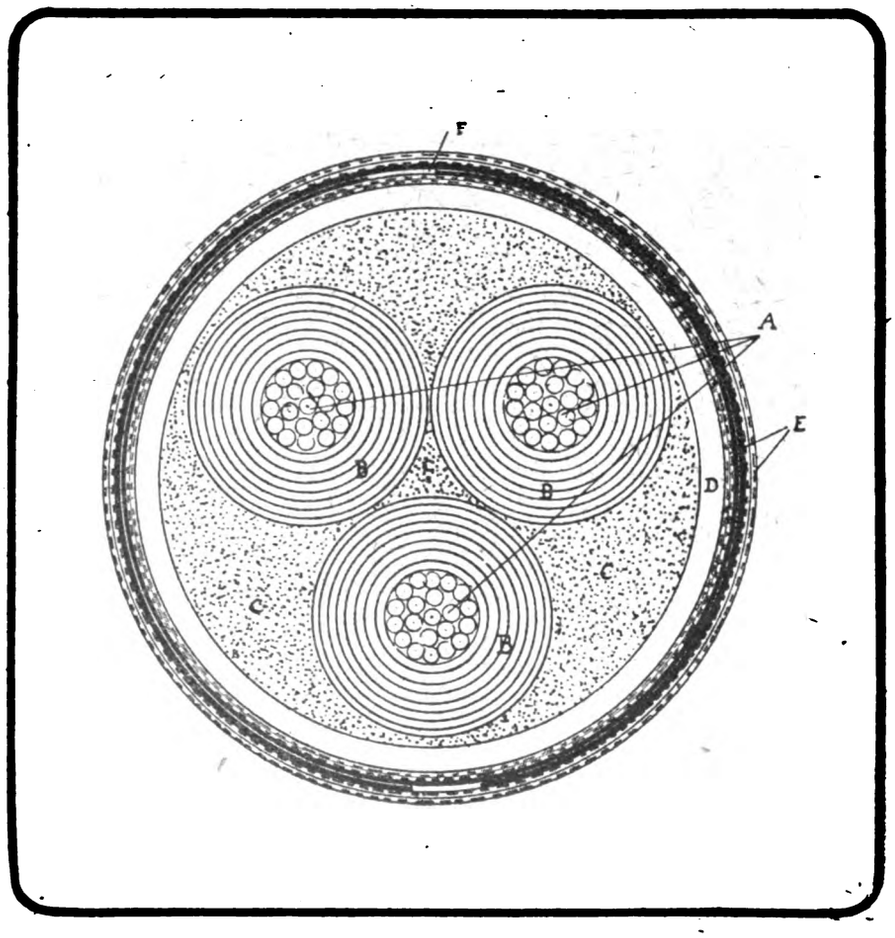


Fig. 1. — *Coupe d'un câble triphasé.* — A. *conducteurs en fils de cuivre câblé.* — B. *isolant formé de bandes de papier enroulées.* — C. *bourrages.* — D. *gaine de plomb.* — E. *filin.* F. *deux feuillards d'acier.*

Digitized by Google

au hasard ; le succès couronna ces recherches, et maintenant le câble peut se poser en concurrent sérieux de la ligne aérienne, puisque, depuis 1927, un câble

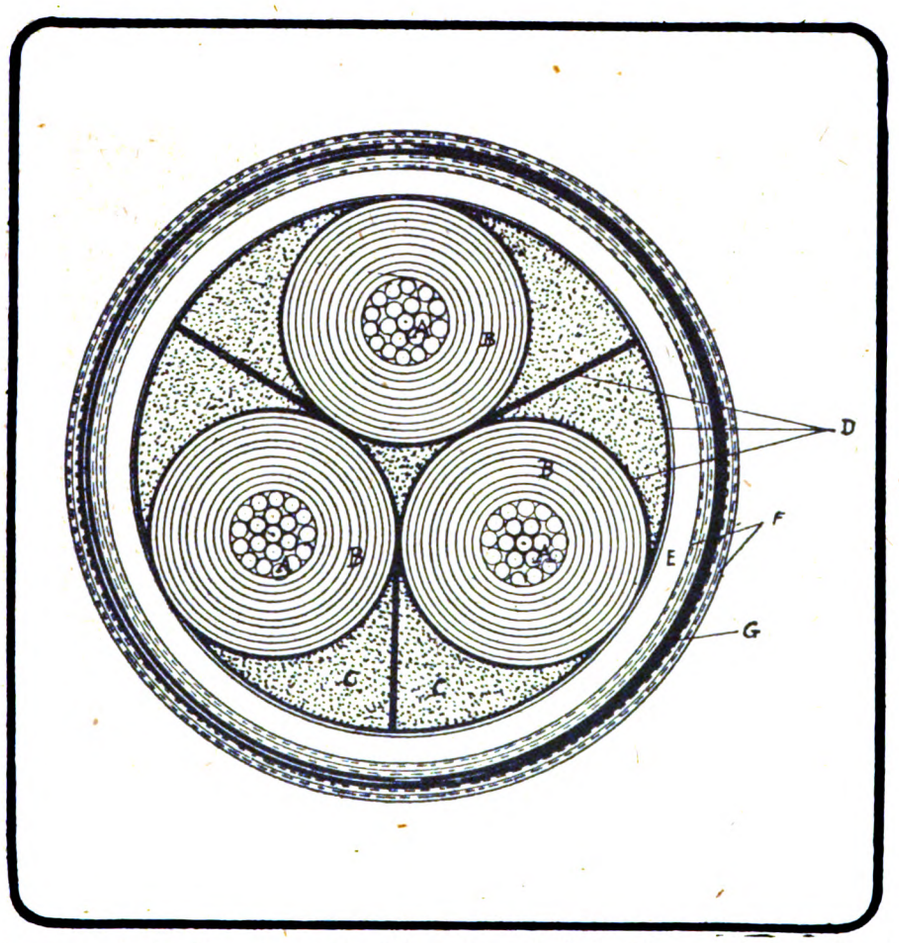


Fig. 2. — *Coupe d'un câble triphasé à surfaces équipotentielles par métallisation des bourrages.* — A. *conducteurs.* — B. *isolant.* — C. *bourrages.* — D. *feuilles de clinquant.* E. *gaine de plomb.* — F. *filin goudronné.* — G. *feuillard d'acier.*

fonctionne parfaitement à la tension de 132.000 volts sans jamais avoir donné lieu au moindre incident.

Pour exposer nettement les différents problèmes que l'on eut à résoudre, il n'est pas inutile, croyons-nous, d'indiquer sommairement la constitution d'un câble de transport d'énergie.

CONSTITUTION D'UN CABLE

Les premiers câbles que l'on construisit et que l'on exploita industriellement furent des câbles monopolaires, ne comportant qu'un seul conducteur. Ils furent promptement remplacés par les câbles tripolaires alimentés par du courant triphasé. Actuellement, des difficultés de pose et d'entretien des câbles triphasés donnent un regain de faveur aux câbles monopolaires, comme nous le développerons ci-après.

Nous étudierons tout d'abord les câbles tripolaires, car ce sont eux qui ont bénéficié des travaux les plus approfondis.

Un câble tripolaire se compose de trois conducteurs identiques, isolés au papier, et protégés par une gaine de plomb (fig. 1). Les conducteurs sont formés d'un certain nombre de fils de cuivre, dont le diamètre ne dépasse guère 2 millimètres, câblés sur des machines spéciales. Le plus souvent, ces conducteurs sont pleins, mais on a réalisé quelques modèles de câbles où les conducteurs étaient creux. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

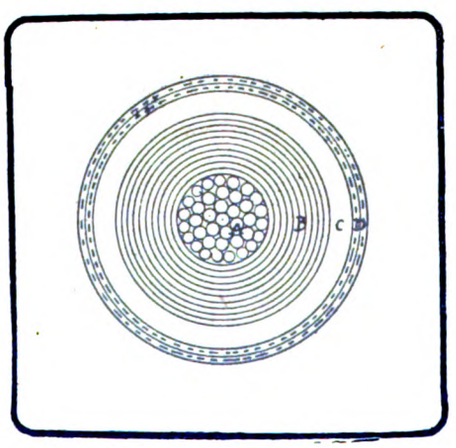


Fig. 3. — *Coupe d'un câble monopolaire à 60.000 volts.*
A. *conducteur de* 150 mm². — B. *isolant.* — *C. gaine de plomb.* — D. *filin.*

L'isolant universellement adopté actuellement est le papier, que l'on enroule en bandes minces autour du conducteur, de façon à réaliser une couche d'épaisseur variable suivant la tension sous laquelle doit fonctionner le câble. Le papier est ensuite desséché, puis imprégné, à chaud, d'une matière isolante à base d'huile et de résine que, comme toutes les matières analogues, les fabricants appellent *compound.*

On termine par un bourrage de jute, destiné à remplir les intervalles laissés libres entre les trois conducteurs isolés, et on entoure l'ensemble d'une gaine de plomb, recouverte ensuite d'une couche de papier et de filin bitumé, qu'enveloppe une armure en feuillard d'acier rubanés, définitivement recouverte d'un matelas extérieur de filin asphalté et chaulé.

Cette opération, quoique délicate, est encore assez facile à réaliser lorsque le câble n'est prévu que pour la moyenne ou la basse tension, la contrainte imposée à l'isolant n'étant guère que de 2000 ou 2500 volts par millimètres. Lorsqu'on a voulu fabriquer des câbles à 40.000 ou 60.000 volts, ou même davantage, il a fallu admettre dans l'isolant des contraintes de l'ordre de 4.000 à 5.000 volts par millimètre et c'est alors que l'on a constaté l'influence des traces d'air qui peuvent rester occluses dans la masse du papier. Ces bulles d'air s'ionisent lorsque le diélectrique travaille sous un gradient de potentiel suffisamment élevé. Cette ionisation provoque à la longue un échauffement qui peut aller jusqu'à la brûlure du papier, créant ainsi un point faible dans l'isolation. Ce n'est qu'après bien des accidents que l'on a pu dégager la cause exacte de toutes ces mises hors service ; actuellement toutes les précautions sont prises au cours de la fabrication pour éliminer jusqu'aux plus petites traces d'air.

Une autre source d'ennuis résidait dans la nature même du courant triphasé. Si l'on examine en effet d'un peu près les phénomènes qui se produisent dans une section déterminée du câble, on voit que l'on a trois conducteurs portés à des potentiels sinusoïdaux et décalés l'un par rapport à l'autre de deux tiers de période. Dans ces conditions il va prendre naissance, dans la masse même de l'isolant, un champ tournant électrique. Ce champ produit, non plus des efforts radiaux, mais des efforts tangentiels sur les couches de papier, c'est-à-dire que celles-ci travaillent dans des conditions tout-à-fait désastreuses, et c'est ce qui limita pendant longtemps la tension admissible dans une distribution par câbles.

Les câbles monopolaires sont identiques comme constitution interne aux éléments du câble tripolaire : même

Digitized by Google

conducteur câblé, même isolement au papier. Pendant très longtemps on a cru qu'il était impossible de les protéger par une armure métallique, sous peine d'introduire des pertes considérables dans l'exploitation. Le conducteur interne, parcouru par un courant alternatif, induit en effet dans son armure métallique des forces électromotrices qui, eu égard à la faible résistance de ce circuit induit, peuvent donner lieu à des pertes wattées considérables.

Ce raisonnement, exact en soi, n'a pas été complètement vérifié par la pratique. Dans le réseau à 60.000 volts de la région parisienne, où le courant triphasé est transporté par trois câbles monopolaires sous plomb, on a bien constaté une perte, mais elle n'est que de 5 à 10 pour cent de la perte par effet Joule, beaucoup plus faible par suite que ce que l'on craignait. Quoique réduite, cette perte grève cependant quelque peu les frais d'exploitation ; mais, en regard de ce léger inconvénient, on doit considérer que les câbles à un conducteur présentent un gros avantage en raison de la facilité avec laquelle on peut réaliser les boîtes de jonction servant à raccorder les différents tronçons de la canalisation.

Câbles triphasés à surfaces équipotentielles

Ces câbles ont été étudiés en vue d'une utilisation continue sous des tensions pouvant atteindre 60.000 ou 70.000 volts. Ils remplacent, pour ces valeurs de la tension, les canalisations triphasées à trois câbles monopolaires, car ils sont d'un prix de revient moindre, sont plus résistants au point de vue mécanique, ce qui permet une grande rapidité de pose, et donnent une meilleure évacuation de la chaleur.

La figure (2) représente la coupe schématique d'un de ces câbles. On y voit que chaque conducteur est placé à l'intérieur d'une sorte d'écran électrique, réalisé par une couche de papier métallisé. Les trois écrans sont réunis entre eux et avec une feuille de clinquant enveloppant l'ensemble. De cette manière, l'isolant d'un conducteur n'est soumis qu'au champ électrique de ce conducteur, donc à un champ radial, ce qui supprime tous les efforts tangentiels dus à la présence d'un champ tournant, comme cela avait lieu dans les câbles triphasés ordinaires.

Un autre avantage de ces câbles réside dans l'évacuation plus complète de la chaleur produite par effet Joule, ce qui se traduit par la possibilité d'augmenter la densité de courant de 15 à 20 pour cent et même 25 pour cent à égalité d'échauffement. On s'est aperçu en effet, au cours de l'étude théorique, que la résistance thermique exerçait une influence prépondérante sur la résistance électrique, c'est-à-dire au fond sur la valeur du câble. Les deux phénomènes ont pu être rapprochés et l'on a reconnu que, dans ce cas particulier, la transmission de la chaleur est, à peu de chose près, identique à celle du courant. Des essais thermiques ont été effectués par MM. le Docteur Konstantinowsky et Tschiasny sur un câble désigné sous le nom de « câble tripolaire H ».

Dans un câble ordinaire, les lignes des courants thermiques sortent de la surface des conducteurs et aboutissent à l'armure extérieure. Si les surfaces des conducteurs isolés sont entourées d'une couche métallique, les lignes de courant thermique sont très différentes de ce qu'elles étaient dans le cas précédent : elles s'arrêtent à l'enveloppe métallisée, et la chaleur est transmise à l'armure avec une absorption considérable, d'autant plus grande que l'épaisseur de cette couche sera plus forte. De plus, si les trois conducteurs de ce même type de câble sont unis en parallèle, les courants thermiques s'arrêtent tous à l'enveloppe métallique de chacun d'eux, sans atteindre l'armure extérieure.

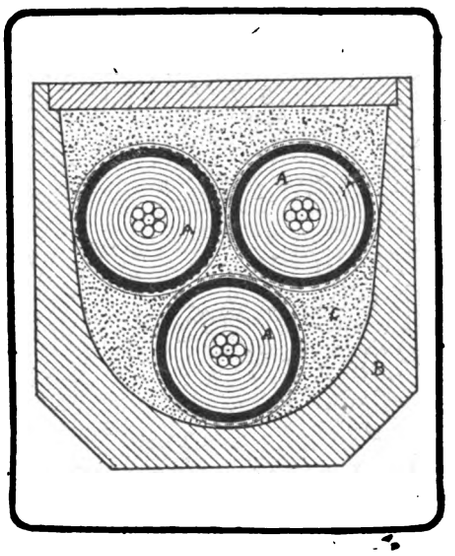


Fig. 4. — *Coupe d'un caniveau pour trois câbles à un conducteur à 60.000 volts.* A. *trois câbles à un conducteur disposés suivant les arêtes d'un prisme équilatéral.* — B. *Caniveau en ciment.* — C. *sable.*

Dans le câble triphasé à surfaces équipotentielles dont la coupe schématique est représentée par la figure (2), les écrans ont été réalisés par métallisation des bourrages. Toutes ces parties métalliques sont reliées entre elles, et avec l'armure par l'intermédiaire de trois bandes radiales de clinquant. De cette façon l'évacuation de la chaleur se fait d'une manière parfaite. La résistance mécanique de ces câbles, due à la présence d'une armure en acier, permet une pose très rapide. Ainsi, dans le réseau de la Compagnie parisienne de distribution électrique, des tronçons de 230 mètres ont pu être installés en trente minutes, ce qui est presque un record.

D'autre part, comme aucune action perturbatrice n'est à craindre pour les circuits électriques voisins, la pose en simple tranchée de ces câbles accompagnés de câbles téléphoniques ne présente aucun inconvénient. Enfin, du fait que la pellicule métallique constituant l'armure extérieure de chaque conducteur est soudée intimement sur l'isolant, les câbles subissent sans inconvénient les alternatives d'échauffement et de refroidissement quand ils sont en charge ou au repos.

Des câbles de ce modèle peuvent être réalisés pour toutes les tensions, tout au moins théoriquement. Pratiquement, leur limite d'emploi dépend uniquement du diamètre et du poids du câble. C'est pourquoi, pour les tensions supérieures à 70.000 volts. on emploie le système de canalisation formé par trois câbles à un conducteur. C'est d'ailleurs la solution qui a été adoptée par la C.P.D.E. pour la presque totalité de son réseau souterrain à 60.000 volts. Ceci nous amène à décrire les câbles monopolaires à haute tension.

CABLES MONOPOLAIRES A HAUTE TENSION

Les câbles à 60.000 volts, à un conducteur, en service dans la région parisienne, sont constitués comme l'indique la figure (3). On voit le conducteur central, formé de fils de cuivre câblé, isolé au papier, et recouvert d'une armure en plomb. Afin d éviter toute détérioration pendant la pose, le plomb est recouvert de filin enduit.

La particularité de ces câbles est que le rapport du rayon intérieur de l'armure en plomb et du rayon du conducteur est égal à e, base des logarithmes népériens. C'est en effet la condition pour que, pour une valeur déterminée de la contrainte appliquée à l'isolant, le diamètre extérieur soit le plus faible possible.

La protection mécanique est réalisée en posant les trois câbles simples, qui forment la canalisation triphasée, dans des caniveaux en ciment, où leurs axes se placent suivant les arêtes d'un prisme équilatéral (fig. 4). Les câbles se touchant, le coefficient de self-induction de la canalisation est aussi réduit que possible, ce qui a une grande importance au point de vue de la transmission de la puissance.

Dans ces canalisations, le courant qui circule dans chacun des conducteurs, produit, dans l'armure de plomb qui l'entoure, des courants induits dont la force électromotrice est fonction de l'intensité du courant de service, et est d'ailleurs loin d'être négligeable : par

Digitized by Google

exemple dans un câble à 60.000 volts, de 150 mm² de section, cette force électromotrice atteint 30 volts par kilomètre quand le câble travaille à pleine charge, c'est-à-dire une valeur suffisant largement à l'amorçage d'un arc entre armures. Pour éviter semblable inconvénient, on réunit de distance en distance, les trois gaines de plomb entre elles et avec la terre ; les forces électromotrices induites ne présentent plus ainsi de valeurs dangereuses, mais elles produisent par contre des courants de circulation permanents. La perte wattée qui en résulte est de l'ordre de 10 % de la perte par effet Joule. C'est un inconvénient, mais bien léger devant le danger permanent de mise hors service de toute la canalisation que l'on aurait couru en laissant les trois câbles indépendants.

Pour des tensions très élevées, dépassant 100.000 volts, ce type de câble n'est plus d'un emploi très pratique, car son diamètre et son poids créent de grandes difficultés de pose. Une grande société française a imaginé un câble d'une constitution originale présentant à égalité de sécurité, le poids et le diamètre minima, (fig. 5). Ce modèle, que l'on pourrait appeler « à isolant hétérogène », par opposition aux câbles ordinaires, où l'isolant a les mêmes propriétés sur toute son épaisseur, est basé sur la remarque suivante.

On sait que l'isolant travaille dans des conditions d'autant plus dures que le gradient du potentiel est plus grand. Ce sera donc au centre, dans les régions voisines du conducteur, que la contrainte sera maxima.

Avec l'isolement ordinaire, au papier imprégné, le diamètre de l'armure doit être calculé de manière que le gradient au centre soit inférieur à la limite de résistance de l'isolant, *a fortiori* le gradient périphérique, donc l'utilisation de l'isolant sera très peu économique, puisque seules les couches intérieures travailleront normalement.

Supposons maintenant que l'isolant soit réalisé par des couches superposées dont la rigidité diélectrique décroisse en raison inverse du rayon. Le calcul montre que le travail de l'isolant sera le même dans toute son épaisseur, ce qui correspond à une utilisation optima, c'est-à-dire finalement à un diamètre et un poids minima. La difficulté à résoudre était précisément la réalisation de cet isolant hétérogène, dont les propriétés varient suivant une loi déterminée. La solution adoptée est la suivante :

Le conducteur est creux, formé uniquement par une couronne de fils câblés, (fig. 5) ; entre ce tube et l'armure, on coule un isolant dont la composition est naturellement tenue secrète, et lorsque, soit par refroidissement, soit par tout autre moyen, son coefficient de viscosité a pris une valeur convenable, on envoie de l'huile sous pression dans le tube central. Par suite de la viscosité, les pressions ne s'établissent pas instantanément dans la masse de l'isolant : les couches centrales sont plus comprimées que les autres, ce qui augmente leur rigidité diélectrique. On se rapproche ainsi beaucoup des conditions théoriques.

Un autre type de câble monopolaire à haute tension a été mis au point par la Société Italienne Pirelli. Ce câble est constitué par un conducteur creux, formant un canal central par lequel on remplit d'huile tout l'espace disponible à l'intérieur du tube de plomb. De distance en distance, des réservoirs d'huile surélevés sont placés sur la canalisation, afin de maintenir une pression d'huile au moins égale à la pression atmosphérique dans les parties les plus hautes du câble. Des joints d'arrêt sont

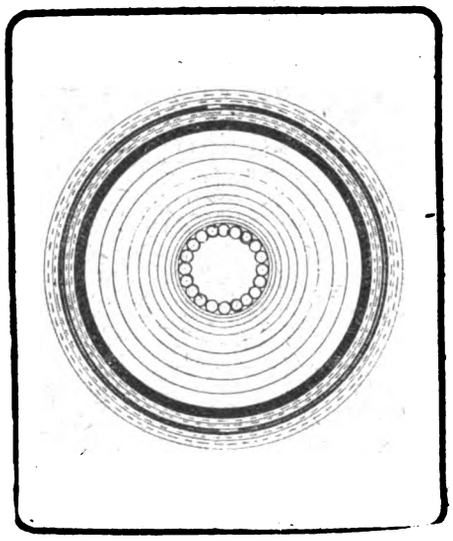


Fig. 5. — *Coupe d'un câble à un conducteur pour* 100.000 *volts.*

intercalés, afin que la pression ne dépasse pas 3 à 4 kg/cm.² dans les parties basses de la canalisation pour ne pas faire éclater le plomb qui est d'ailleurs fretté par un ruban de cuivre.

Jonction des câbles

Les canalisations par câbles sont formées de tronçons réunis entre eux par des boîtes de jonction. La distance de celles-ci, c'est-à-dire la longueur des tronçons n'est limitée que par des considérations de facilité de transport et de pose. Pour des câbles triphasés à 60.000 volts tels que ceux en service dans la région parisienne, dont la section de cuivre est de 3 fois 150 mm², une longueur de 250 mètres est considérée comme un maximum. Pour des câbles plus petits, on peut obtenir des tronçons plus longs. Par exemple le câble à 50.000 volts posé en 1925 entre la Suède et le Danemark, dont la longueur atteint 5.400 mètres fut réalisé en six tronçons de 900 mètres. Plus récemment, la traversée du Bosphore à Constantinople a été effectuée par un câble triphasé à surfaces équipotentielles, à trois conducteurs de 35 mm², pour une tension de 15.000 volts, fabriqué en une seule longueur de 2.500 mètres et représentant un poids total de 33 tonnes. A la vérité, de tels exemples sont rares, et constituent plutôt des curiosités, les longueurs normales ne s'éloignant jamais beaucoup de celle que nous avons indiquée. Il en résulte qu'une canalisation de quelque importance comprend un nombre considérable de raccords, dont l'isolement doit être aussi soigné que celui du câble lui-même.

Pendant longtemps, les boîtes de jonction ont été simplement remplies, après la soudure des conducteurs, d'une matière isolante coulée à chaud. Cette solution si elle a le mérite de la simplicité, présente le grave défaut d'une assez grande insécurité. L'isolant était en effet difficile à obtenir toujours identique à lui-même ; les conditions de travail, souvent incommodes, ne permettaient pas d'obtenir l'assurance de la parfaite exécution de la jonction. En fait, ce procédé n'est plus guère employé que pour les canalisations à basse tension.

Pour les distributions à haute tension, on a adopté voici quelques années un modèle de boîte de jonction dans laquelle l'isolant, en l'espèce du papier, était reconstitué autour des serre-fils assurant la continuité du conducteur, puis l'ensemble noyé dans un isolant coulé à chaud. De cette façon, l'isolement du câble conserve la même valeur en tous ses points, et les risques d'incidents sont très réduits, bien que les boîtes de jonction soient de plus faibles dimensions que celles anciennement utilisées.

Ce procédé a été d'abord appliqué aux câbles monophasés. La reconstitution de l'isolant s'est faite au début en enroulant à la main des bandes de papier autour du serre-fil ; actuellement il est possible de réaliser cette opération au moyen d'une machine qui enroule une feuille de papier imprégné autour du serre-fils d'abord, puis sur des gradins préalablement découpés dans l'isolant du câble de part et d'autre du serre-fils. (fig. 6).

Dans les câbles triphasés au contraire, du modèle ordinaire ou du type à surfaces équipotentielles par métallisation des bourrages, la reconstitution de l'isolant doit être faite à la main, car le montage à la machine nécessiterait que l'on écarte suffisamment les conducteurs les uns des autres pour laisser passer le rouleau de papier qui devrait tourner successivement autour

Digitized by Google

de chacun des conducteurs. Aussi, le raccord des câbles de ces types est-il un travail long et minutieux. Il existe cependant un type de câble triphasé

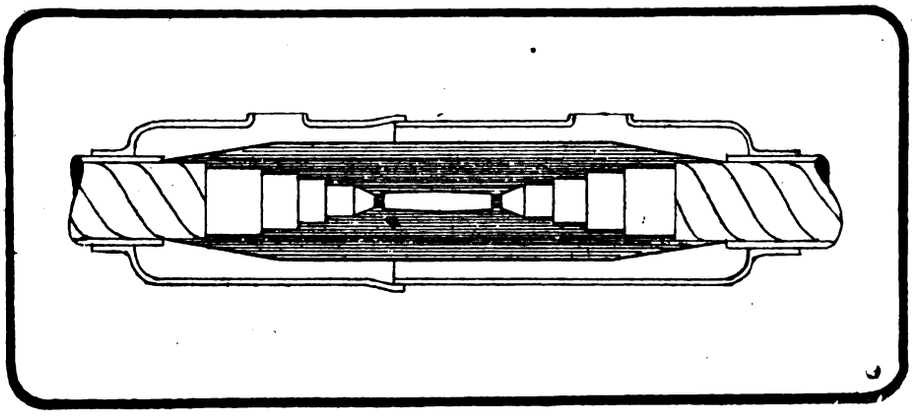


Fig. 6. — *Coupe longitudinale d'une boîte de jonction pour câble à un conducteur. — La jonction d'un câble triphasé s'effectue par trois boîtes analogues.*

qui permet de réaliser le montage des boîtes de jonction aussi facilement que dans le cas des câbles simples : il est formé par l'assemblage sous une même armure de trois câbles à un conducteur mis séparément sous plomb (fig. 7). Pour le montage des boîtes de jonction, il suffit d'écarter les trois conducteurs l'un de l'autre, ce qui est facile puisqu'ils sont indépendants, et de faire le montage de chacune des trois boîtes séparément avec une machine. Cette solution n'a encore reçu que peu d'applications, mais il est possible que dans un avenir peu éloigné, elle se substitue aux diverses solutions proposées pour la réalisation de câbles à surfaces équipotentielles.

Transport de l'énergie par câbles souterrains à haute tension

Nous venons de passer en revue les différents types de câbles utilisés pour les canalisations souterraines à haute tension. Il est logique de se demander comment vont être utilisés ces câbles, et quels sont les avantages que l'on en retirera.

Tout d'abord, on peut considérer comme certain qu'en raison des difficultés que rencontrent les exploitants pour pénétrer dans les agglomérations avec des lignes aériennes à très haute tension, nous verrons utiliser les câbles souterrains à 120.000 volts pour transporter l'énergie au cœur même des villes jusqu'aux sous-stations de transformation. Jusqu'à présent, il était impossible, dans les grandes agglomérations, de relier directement les lignes à haute tension aux sous-stations. On avait tourné la difficulté en installant des postes de transformation intermédiaires, abaissant la tension des lignes à 35.000, 45.000 ou 60.000 volts, c'est-à-dire à des valeurs pour lesquelles le transport par câbles était facile.

Avec les câbles à 120.000 volts, ces sous-stations intermédiaires seront supprimées, ce qui présente de nombreux avantages, dont les plus importants sont :

— Suppression du matériel, transformateurs et disjoncteurs, et du personnel ;

— Amélioration du rendement résultant de la suppression d'une transformation de l'énergie.

— Meilleur réglage et meilleure stabilité dans la marche en parallèle des usines locales et des usines génératrices extérieures.

De plus, l'emploi de ces câbles à haute tension permettrait de diminuer la puissance des compensateurs synchrones prévus pour la ligne aérienne. Ceci demande quelques mots d'explication.

Une ligne aérienne, comme tout ensemble de conducteurs parcourus par un courant alternatif, présente une certaine self-induction, d'autant plus grande que, d'une part la ligne est plus longue, ce qui est naturel, d'autre part les fils de ligne sont plus écartés, c'est-à-dire que la tension de service est plus élevée. L'effet de cette self-induction est de décaler en arrière l'intensité par rapport à la tension, ce qui fait apparaître une puissance réactive incapable d'être utilisée. Depuis longtemps déjà, on avait pensé à compenser la ligne en décalant le courant *en avant*, au moyen de condensateurs. Les grandes difficultés de réalisation auxquelles on s'est heurté ont fait abandonner cette solution, surtout pour les hautes tensions, et ont fait adopter les *compensateurs*

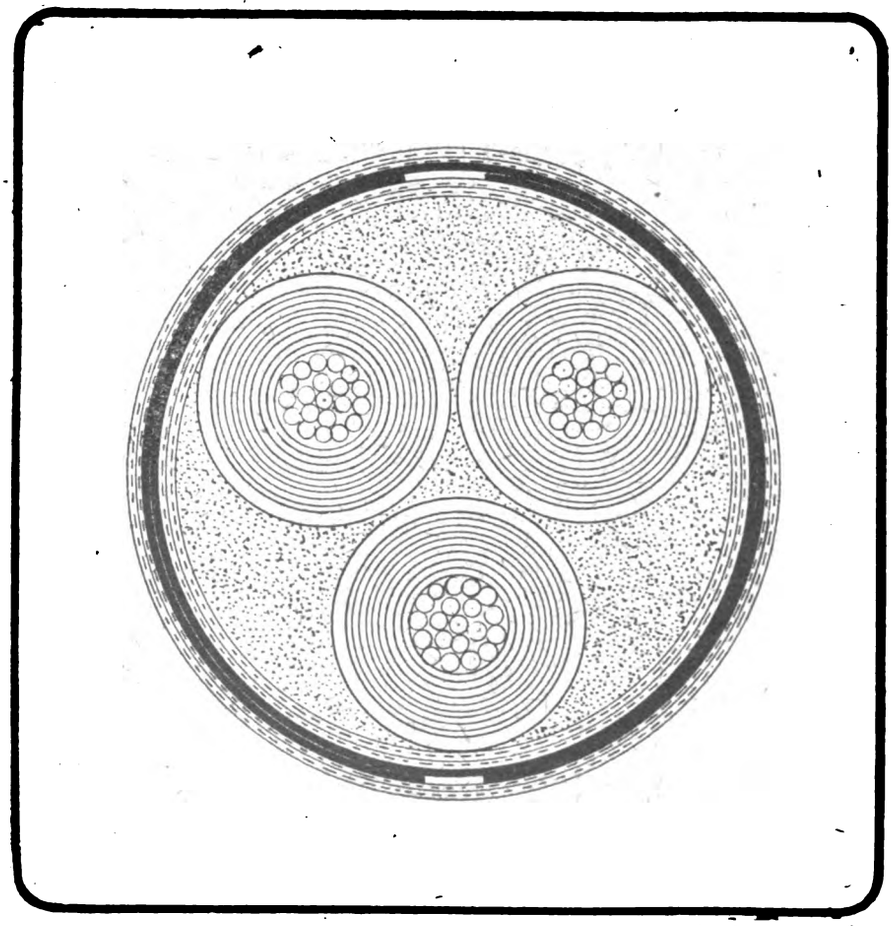


Fig. 7. — *Coupe d'un câble à trois conducteurs mis séparément sous plomb. — A. gaines de plomb. — On remarquera l'absence d'armure de plomb pour l'ensemble, l'étanchéité étant assurée pour chacun des trois câbles.*

Digitized by Google

synchrones. Un compensateur synchrone n'est autre chose qu'un moteur synchrone dont le courant d'excitation est supérieur ou inférieur à celui correspondant à la marche à vide : s'il est surexcité, il *fournit* du courant déwatté en avant, et se comporte comme un condensateur ; si au contraire il est sous-excité, il *absorbe* du courant déwatté en avant. On conçoit que l'on puisse, en réglant convenablement l'excitation des compensateurs synchrones, compenser exactement la ligne, c'est-à-dire amener son facteur de puissance à être très voisin de l'unité.

Or un câble présente une capacité qui est loin d'être négligeable : par exemple le réseau de 250 km. à 60.000 volts de la C.P.D.E. présente, entre chacun des fils et la terre, une capacité de 50 microfarads. Cette capacité ajoute son effet à celui des compensateurs synchrones, puisqu'elle agit dans le même sens qu'eux ; leur puissance doit donc être diminuée d'autant ; dans l'exemple cité plus haut, la diminution de puissance atteint 50.000 kw. On voit toute l'importance de la présence des câbles dans une distribution à haute tension.

Se basant sur ces résultats, on s'est demandé si les lignes aériennes à haute tension ne pourraient pas être remplacées par des câbles souterrains. Une étude technique d'une part, économique de l'autre montre que ce remplacement est parfaitement possible dès maintenant.

L'étude technique des canalisations souterraines à grande distance a montré qu'il était absolument inutile de prévoir des compensateurs synchrones surexcités pour compenser la self-induction, et même que la compensation par le câble lui-même était trop énergique, le courant étant décalé *en avant* de la tension. La compensation que l'on serait amené à faire serait en sens inverse de celle que l'on réalise sur les lignes aériennes : il faudrait, soit des compensateurs synchrones sous-excités, soit des bobines de self réparties à intervalles déterminés, exactement comme dans la pupinisation des circuits téléphoniques.

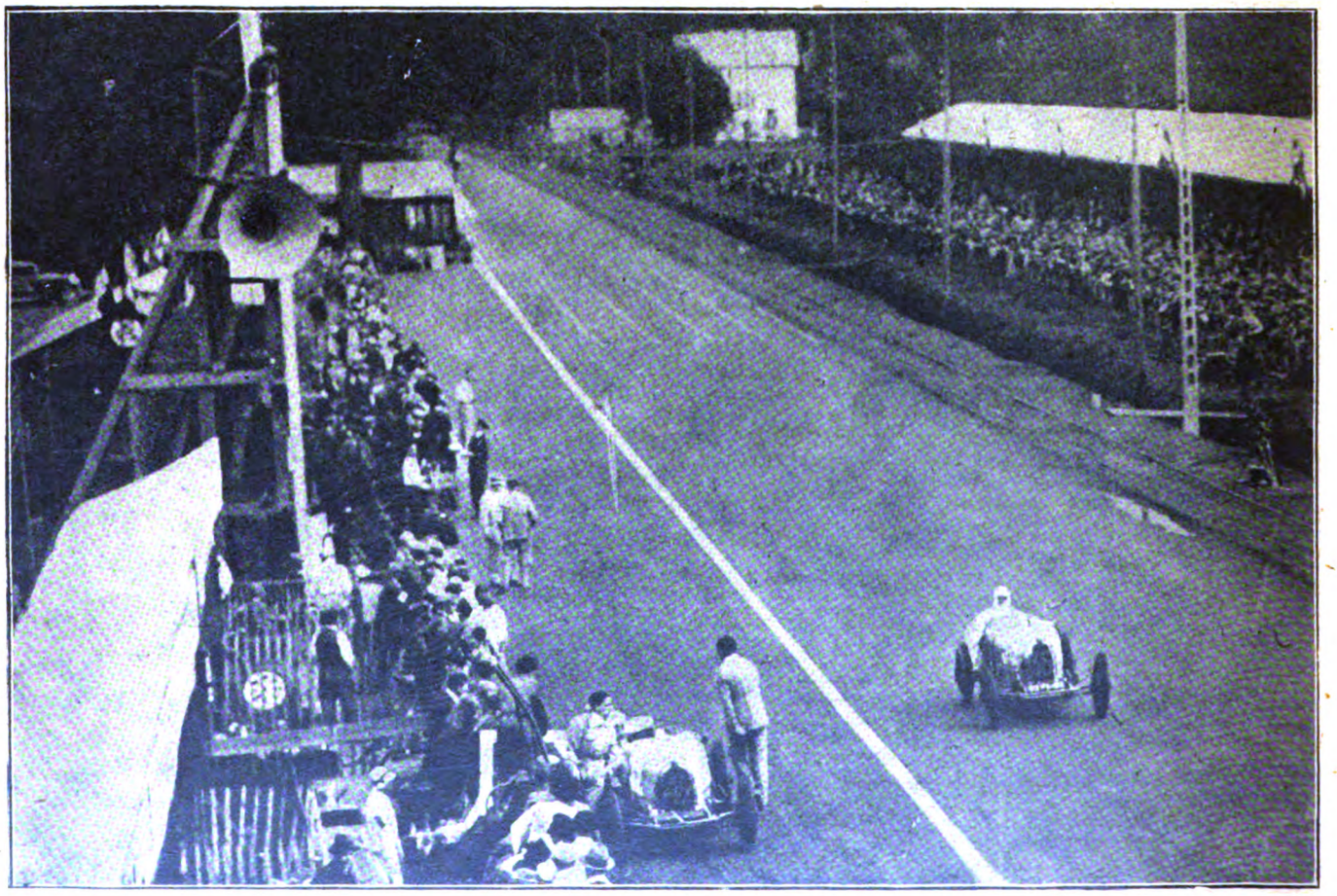
Au point de vue économique, on compte que le prix d'une ligne aérienne est de 30 à 40 % moins élevé que celui d'un câble. Néanmoins, Pétersen, se basant sur le fait que la durée d'un câble est presque indéfinie, et que, par conséquent, le taux d'amortissement doit être moins élevé, est arrivé à conclure que l'on pouvait admettre pour les câbles un prix de premier établissement supérieur de 30 à 40 pour cent à celui des lignes aériennes sans que les charges annuelles soient augmentées.

La sécurité d'exploitation d'une canalisation souterraine est comparable à celle d'une ligne aérienne : elle n'est pas sujette à tous les incidents d'ordre atmosphériques ou naturels, mais une surtension, qui n'endommage pas la ligne aérienne, peut lui être fatale, et tout tronçon de câble blessé doit être remplacé. Heureusement de tels incidents sont rares.

Finalement, en tenant compte des diverses considérations qui ont été développées, on peut parfaitement mettre en comparaison les prix de premier établissement de la ligne aérienne et de la canalisation souterraine.

Il y a lieu enfin de remarquer que la différence de prix entre la ligne aérienne et la ligne souterraine s'atténue lorsque la puissance à transporter devient de plus en plus grande et il est donc parfaitement admissible, dans l'état actuel de la technique des câbles, d'envisager la réalisation de nos grands transports de force et de nos réseaux d'interconnexion au moyen de canalisations souterraines judicieusement compensées.

Jean Barré



GRAND PRIX DE L'A. C. F. A PAU — Haut-Parleur aux Tribunes

Digitized by Google

Cellules photo-électriques

par Jean DUSAILLY, ingénieur E. E. M. I.

Une des dernières découvertes qui satisfait le plus l'esprit humain est sans conteste la télévision. La base de celle-ci est la cellule photoélectrique, dont le type est celle au sélénium; on trouvera ci-dessous une analyse de cette question; le classement en cellules photo résistantes et émettrices est remarquablement justifié et on aura grand fruit à parcourir ces colonnes.

ON appelle ainsi des instruments basés sur l'effet photo-électrique, consistant en ce que certains corps ont une résistance électrique variable avec l'éclairage auquel ils sont soumis ou que, sous l'influence de la lumière, d'autres corps émettent dans l'espace des électrons.

On distingue donc les cellules photo-résistances et les cellules photo-émettrices.

I. — CELLULES PHOTO-RESISTANTES

Le type de ces cellules est celle au sélénium. Les propriétés photo-électriques du sélénium ont été découvertes par hasard en 1873 par un ingénieur anglais, Willoughby Smith. Elles ont été étudiées depuis par un grand nombre de savants parmi lesquels il convient de citer Graham Bell, Hertz, Hallwaschs, Shelford

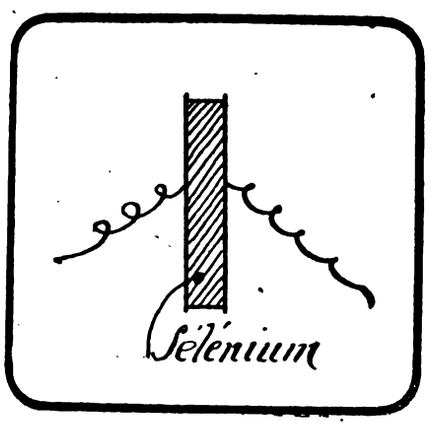


FIG. 1

Bidwell, Korn, Fournier et le général Ferrié.

D'autres corps partagent avec le sélénium la curieuse propriété d'avoir une résistance variable avec l'éclairage. La nature du phénomène n'est d'ailleurs pas connue exactement. On peut supposer que la lumière détermine dans ces corps une dislocation des ions et que, sous l'influence de la tension appliquée se produit une véritable migration des ions, analogue à celle qui a lieu dans l'électrolyse d'une solution.

La sensibilité la plus grande est obtenue en utilisant de grandes surfaces de sélénium présentant au courant un trajet le plus court possible. (Fig. 1.)

Bidwell, Siémens ont utilisé des cellules constituées par 2 fils métalliques parallèles enroulés sur un cylindre de porcelaine et recouverts ensuite de sélénium.

Brown a constitué sa cellule par une plaquette métallique recouverte d'une mince couche de sélénium sur laquelle est posée une feuille d'or tellement fine qu'elle est transparente. Des cellules ont été également constituées par des réseaux de fils métalliques parallèles recouverts de sélénium (cellule Ancel) (Fig. 2.)

Le sélénium servant à la fabrication des cellules doit être sensibilisé par un traitement thermique approprié qui lui donne une structure spéciale, cristallisée.

Le spectre de sensibilité du sélénium déborde un peu le spectre visible; c'est-à-dire que sa sensibilité, maximum pour les radiations visibles s'étend un peu vers l'infra-rouge et l'ultra violet.

La sensibilité du sélénium diminue avec le temps, sans que l'on ait pu donner de cette fatigue une raison valable; d'autre part son inertie ne lui permettant pas de suivre les variations rapides d'éclairage il a été peu à peu abandonné, remplacé par des cellules plus modernes, comme la cellule Fournier ou cellule au sulfure.

Rappelons néanmoins que dès 1876 Graham Bell et Sumner Tainter ont pu faire des expériences de téléphonie sans fil avec une portée de 213 mètres.

A l'émission les vibrations sonores modulaient le faisceau lumineux qui était reçu sur un miroir convergent placé au poste récepteur. Une cellule au sélénium intercalée dans un circuit comprenant une pile et un téléphone sensible, était placée au foyer du miroir. Les variations de résistance du sélénium modulaient le courant traversant le téléphone.

La difficulté était de moduler à l'émission le faisceau; Graham Bell et Tainter y parvenaient de la manière suivante: Une très mince lame de mica argentée d'un côté, recevait les vibrations sonores, qui la déformaient; le faisceau lumineux issu de la source se réfléchissait sur ce miroir mouvant; on comprend que le faisceau réfléchi était modulé à la fréquence des vibrations sonores.

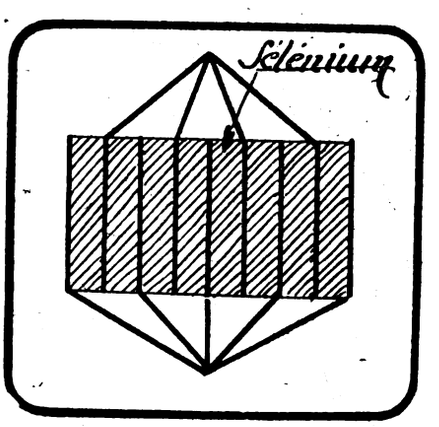


FIG. 2.

Le physicien allemand Ruhmer fit également des expériences de téléphonie sans fil par ondes lumineuses, expériences reprises ensuite en France par Ancel. Ancel modulait le faisceau de lumière d'une

Digitized by Google

lampe à acétylène. La modulation s'obtenait tout simplement en causant devant une cellule de Marey, sorte de boîte traversée par le courant gazeux et dont une paroi élastique était déformée par les vibrations sonores (c'était en somme un microphone... à gaz). Il en résultait des variations de pression d'où des variations d'intensité du faisceau lumineux.

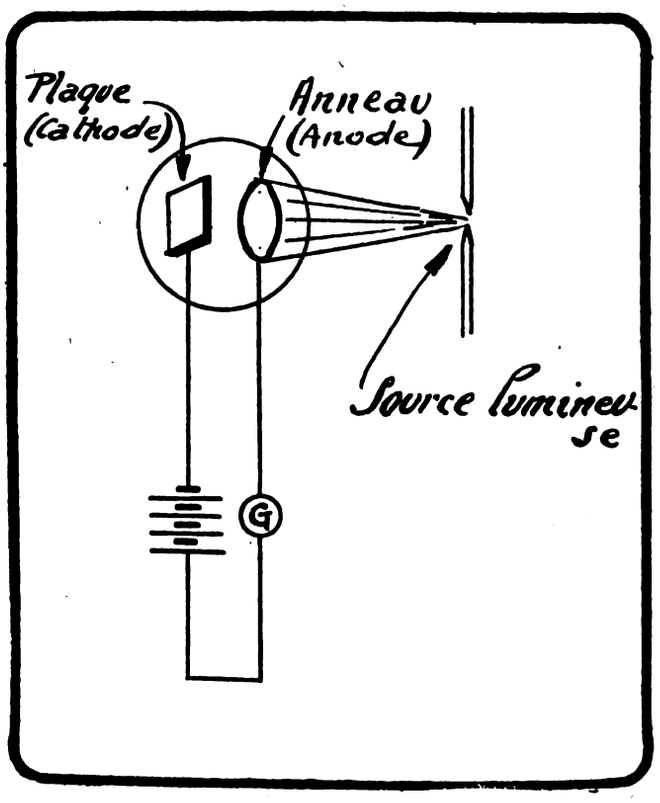


FIG. 3

Les cellules au sélénium ont été utilisées pour des mesures d'intensité lumineuses, des mesures astronomiques, et pour diverses applications industrielles comme le contrôle de la combustion et du tirage des cheminées par mesure de l'opacité de la fumée.

Enfin les premières expériences de télévision faites en 1911 par Rigaux et Fournier étaient basées sur l'utilisation de cellules au sélénium.

Cellules Fournier. — M. Fournier est parvenu à mettre au point une cellule photo-résistante constituée par une pastille de quartz recouverte d'une couche de sulfure sensibilisé. Cette cellule est plus sensible que la cellule au sélénium. Elle présente une inertie beaucoup plus faible puisqu'elle peut suivre une fréquence lumineuse de 30,000 périodes par seconde. Enfin sa sensibilité s'étend sur une gamme plus étroite de radiations (de 0.4 à 1.3 micron de longueur d'onde) le maximum de sensibilité a lieu dans l'infra-rouge pour une longueur d'onde d'environ 1 micron.

Le courant traversant la cellule Fournier est de l'ordre de 0.27 micro-ampères pour une tension appliquée de 1.6 volts et de 1.5 micro-ampères pour une tension de 6 volts.

La cellule peut supporter 45 volts au maximum.

Ces faibles courants doivent être amplifiés. On utilise des amplificateurs à lampes triodes ou à lampes bigrilles.

La cellule Fournier est susceptible de recevoir de nombreuses applications utilisant sa sensibilité aux radiations infra-rouges invisibles — (signalisation, téléphonie optique secrète, phare de brume, signalisation de chemin de fer, protection contre le vol). Sa faible inertie lumineuse permettra de l'utiliser en téléphotographie et peut-être même en télévision.

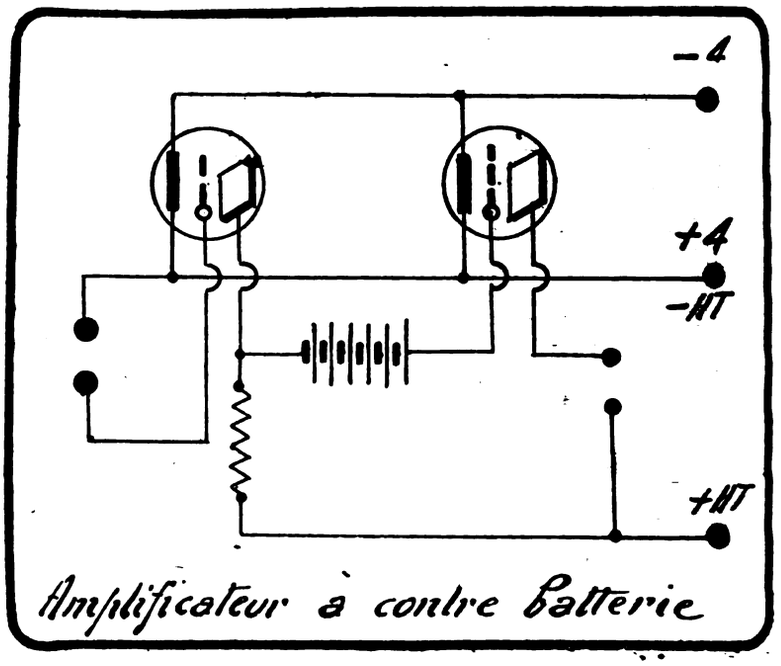


FIG. 5

II. — LES CELLULES PHOTO-EMETTRICES

Ces cellules utilisent la propriété que possèdent certaines substances d'émettre des électrons quand elles sont éclairées. Ce phénomène a été découvert par Hertz en 1887, puis étudié par Halwachs en 1888. Une cellule comprend essentiellement une plaque métallique recouverte d'une substance photo-émettrice en face de laquelle se trouve placé un anneau métallique. Une batterie de piles a son pôle positif relié à la plaque et le pôle négatif à l'anneau (fig. 3). On constate que le courant s'établit quand un rayon lumineux vient frapper la plaque.

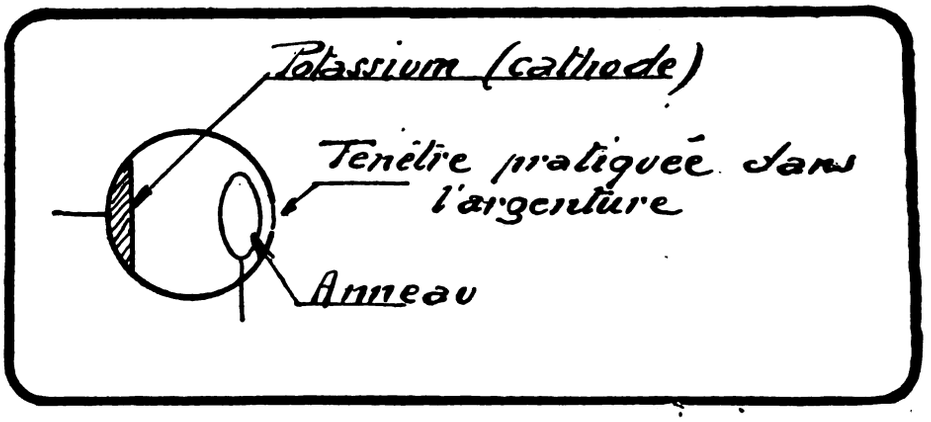


FIG. 4

Digitized by Google

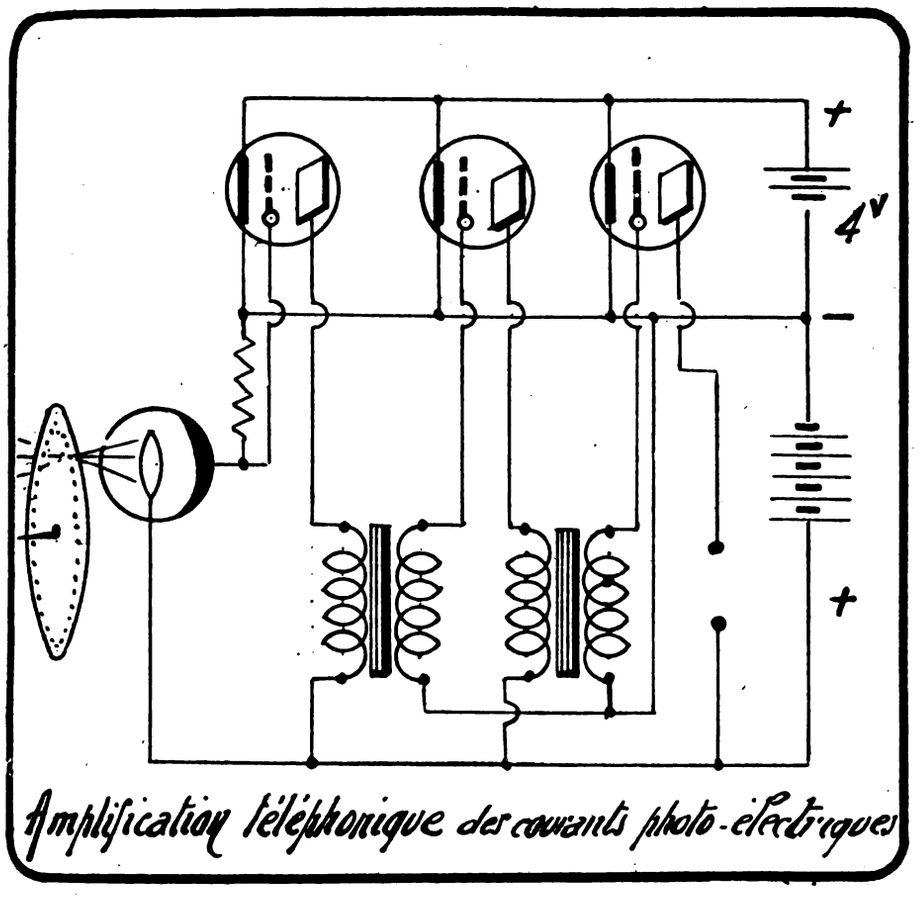


Fig. 6.

Les substances présentant le plus les propriétés photo-émettrices sont les métaux alcalins (potassium, coesium, sodium, lithium, rubidium). L'explication des phénomènes photo-électriques peut se déduire de l'hypothèse actuelle de la constitution de la matière. On sait que, sous diverses influences les électrons peuvent être expulsés de l'atome. En particulier les radiations lumineuses provoquent la sortie d'électrons.

Le métal est déposé sur une partie de l'ampoule préalablement argentée, sauf sur une faible surface formant la fenêtre par où passeront les rayons lumineux. (Fig. 4.)

L'anode est formée par un ou plusieurs anneaux ou par des fils tendus à l'intérieur de l'ampoule. La forme de l'ampoule peut être quelconque suivant l'usage auquel on la destine. On utilise généralement des ampoules cylindriques ou sphériques.

La sensibilité des cellules peut être accrue suivant les méthodes utilisées par Elster et Geithel. On introduit dans l'ampoule de l'hydrogène sous faible pression et on applique à la cellule une tension assez élevée. Il se produit une modification de l'aspect de la surface de la substance sensible qui prend un aspect irrisé, vert, bleu, violet. Il semble que la surface du potassium se soit transformée en hy-

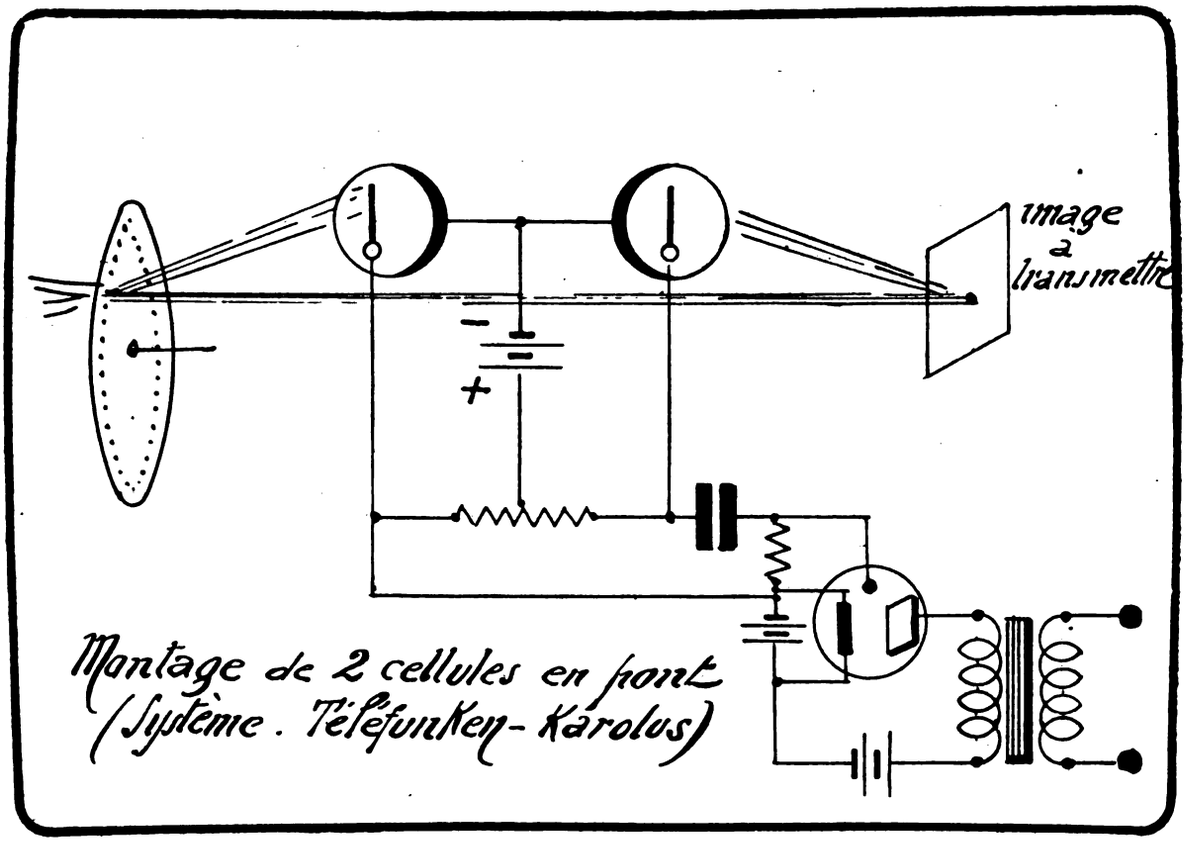


Fig. 7

Digitized by Google

drure. La sensibilité est alors multipliée par 20 environ.

Un autre procédé consiste à utiliser l'ionisation par choc à l'intérieur de l'ampoule en y introduisant un gaz sous faible pression. On emploie généralement les gaz rares de l'air à potentiel explosif très bas : hélium, argon, néon sous pression de 0.07 à 0.4 millimètre de mercure. Par ce procédé le courant photo-électrique est 50 fois plus élevé.

Le potentiel accélérateur que l'on peut appliquer à la cellule dépend à la fois de la pression du gaz et de l'éclairement auquel la cellule est soumise. Au voisinage de la tension d'illumination toute augmentation soit de la tension, soit de l'éclairage provoque le passage d'un courant excessivement intense pouvant détruire la cellule.

Le courant d'une cellule au coesium varie sensiblement d'une façon linéaire de 0.1 à 10 microampères, l'éclairage variant de 4 à 300 lumens, pour un potentiel accélérateur de 90 volts.

Les cellules photo-émettrices ont leur maximum de sensibilité pour les rayons bleus (0.45 μ de longueur d'onde). Cette sensibilité s'étend jusqu'à l'ultra-violet.

L'amplification des courants photo-électriques — Les courants fournis par les cellules photo-électriques sont en général insuffisants et doivent être amplifiés. Des cellules sensibles peuvent donner un courant de l'ordre de $6 \times 10 - 10$ ampères pour un potentiel accélérateur de 150 volts avec un flux lumineux de 10^4 lumen.

On utilise pour cela soit des amplificateurs à courant continu, soit des amplificateurs téléphoniques après avoir modulé convenablement le courant photo-électrique.

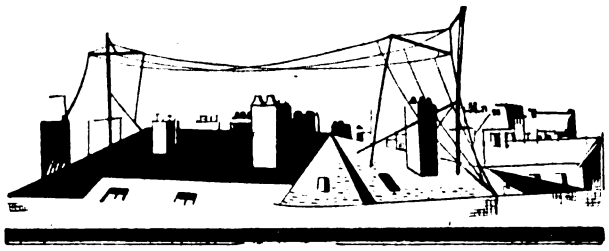
Les amplificateurs de courant continu sont en général assez instables et sont peu utilisés (Fig. 5.)

L'amplification téléphonique est au contraire beaucoup plus facile. On obtient un courant photo-électrique modulé soit en découpant le faisceau lumineux frappant la cellule à l'aide d'un disque perforé animé d'un mouvement de rotation, soit en modulant le courant lui-même à l'aide d'un vibreur électromagnétique ou d'un diapason. Le procédé du disque perforé est le plus utilisé.

De toute façon l'amplification du courant photo-électrique modulé à fréquence musicale sera facilitée du fait qu'il n'y a qu'une seule fréquence, à amplifier. On utilisera des amplificateurs B. F. à résonance ce qui permettra d'atteindre une très grande amplification avec un nombre d'étage réduit.

La figure 6 montre le schéma d'un amplificateur de courant photo-électrique; cette disposition présente l'inconvénient d'inverser le courant de sortie par rapport au courant d'entrée, c'est-à-dire que lorsque aucun rayon lumineux ne frappe la cellule, il y a un courant dans le circuit d'utilisation; quand des rayons lumineux frappent la cathode de la cellule, le potentiel de la première grille est abaissé d'où diminution de courant plaque. Dans le cas de transmission d'images à distance cette inversion peut être un inconvénient. En effet, si à la réception on n'utilise pas de dispositif d'inversion et que l'on impressionne directement un papier photographique on obtiendra un négatif. Pour éviter la nécessité de passer par l'intermédiaire du négatif ou d'utiliser un système électrique d'inversion à la réception, l'appareil Téléfunken-Karolus utilise 2 cellules montées en pont, l'une des cellules étant éclairée par les rayons directs de la source, l'autre par les rayons réfléchis par l'image à transmettre (Fig. 7.)

Jean DUSAILLY,
ingénieur E. E. M. I.



Digitized by Google

L'écoute des ondes courtes par changement de fréquence sur un récepteur de Broadcasting

Par Jorge GRAMMER,
Sous-Directeur Technique du *Q S T*
Traduit et adapté par A. PLANES-PY
Q S T Juillet 1930, p. 8 à 14
Revista Tel. Août 1930, p. 685 à 690

Les ondes courtes (15 à 50 m.), *depuis les surprises que leur propagation à réservées aux techniciens d'autrefois, ont pris un essor remarquable. Elles servent actuellement à une liaison sérieuse et bilatérale « round the world », comme disent les anglais, « autour du monde ».*

Il est donc intéressant pour les amateurs de pouvoir modifier leur récepteur de manière à ce que leur écoute soit possible.

On trouvera ci-dessous un procédé permettant d'arriver à ce but et de jouir des auditions remarquables procurées par la pureté extrême de ces émissions et leur caractère international.

LA possibilité d'utiliser un récepteur courant de Broadcasting pour l'écoute des émissions radiotéléphoniques sur ondes courtes a toujours suscité l'intérêt des amateurs, mais la réalisation d'un changeur de fréquence adéquat fonctionnant d'une manière pratique pour l'usager a toujours été délicate jusqu'à ces derniers temps.

La majeure partie des schémas donnés fait appel au circuit B.F. du récepteur Broadcasting, après une lampe détectrice à réaction pour ondes courtes. Quelques expérimentateurs utilisent en amplificatrices « intermédiaires », les lampes H.F. à la suite d'un premier détecteur autodyne. Les deux systèmes présentent des inconvénients : le premier n'a pas la sélectivité voulue pour séparer des émissions radiotéléphoniques voisines et laisse inemployé le circuit H.F. parfois excellent, le second n'utilise pas intégralement toutes les possibilités de ce dernier, car le détecteur doit être réglé sur une fréquence légèrement différente de celle du signal et il en résulte une perte de sensibilité et de sélectivité. Le récepteur idéal pour ondes courtes sera donc celui qui fera appel à la totalité du récepteur B C L, pour cela le changement de fréquence est obligatoire. Afin d'obtenir le maximum de sélectivité et de sensibilité, le « changeur » devra posséder des circuits accordés séparés pour le premier détecteur et l'oscillateur.

Les avantages résultant de l'emploi d'une longueur d'onde intermédiaire assez élevée ont été indiqués bien des fois; avec un récepteur Broadcasting il est possible de choisir une fréquence quelconque entre 500 et 1.500 kilocycles, avantage considérable puisqu'une petite variation de la fréquence intermédiaire peut permettre d'éliminer une interférence indésirable.

Un autre avantage réside dans le détail suivant : les petites différences qui peuvent exister entre les bobinages réciproques du premier détecteur et de l'oscillateur peuvent être compensées en altérant légèrement la syntonie du récepteur de Broadcasting. Enfin il est possible de couvrir une gamme de 1.000 kilocycles sur n'importe quelle bande élevée en effectuant l'accord avec le récepteur B C L et en touchant à peine aux condensateurs du « changeur » pour parfaire le réglage. Au lieu de faire varier la fréquence de l'oscillateur local on agit sur celle intermédiaire ; le résultat est séduisant : l'accord sur les 20.000 kc. est aussi aisé que sur 600.

Un changeur de fréquence pour ondes courtes peut être réalisé de bien des façons : les organes essentiels seront une détectrice H.F., une oscillatrice pouvant hétérodyner entre 500 et 1.500 kilocycles et un dispositif de couplage entre les deux circuits. Il est désirable d'adopter une disposition pour laquelle les réglages de la première détectrice et ceux de l'oscillateur soient indépendants — autant que la chose est possible — à ce point de vue certains montages sont supérieurs à d'autres. Celui qui est décrit à la suite évite la plupart des inconvénients inhérents à ces circuits.

Quelques considérations importantes

Ce circuit autonome pourra être branché avant n'importe quel récepteur B C L à la condition que ce dernier possède un bon circuit H.F., néanmoins les voltages sous lesquels fonctionnera ce dernier peuvent différer de ceux exigés par le changeur de fréquence. Si le récepteur BCL possède 3 étages HF (ou plus) par lampes alternatif à chauffage indirect, on peut enlever la première et la remplacer par un faux culot qui établira toutes les connexions d'alimentation avec le changeur : les deux étages subsistants fourniront une amplification suffisante pour une excellente réception. Ce mode de branchement dépend de la constitution du récepteur B C L lui-même et un essai sera utile pour déterminer avec certitude si l'amplification est convenable. Un récepteur à deux étages H.F. même utilisant des lampes à écran de grille ne pourra convenir parfaitement car, par suite de la suppression de la première lampe, les signaux faibles ne seraient pas assez amplifiés.

Lorsque les sources de courant du changeur sont indépendantes, cet inconvénient disparaît et l'emploi du circuit n'est pas lié à l'utilisation d'un amplificateur B C L comportant un nombre donné de lampes H.F.

L'objection que nous venons de citer n'est valable que lorsque le branche-

Digitized by Google

B C L s'effectue par une même fiche, en l'espèce un faux culot établissant toutes les connexions nécessaires. Un récepteur B C L comportant l'alimentation anodique séparée permet, naturellement, d'effectuer les liaisons d'une manière sinon rapide, du moins aisée pour l'utilisation intégrale du circuit H.F.

Enfin, pour une alimentation autonome du changeur, il suffira de prévoir une batterie ou un appareil de tension anodique fournissant 90 volts et un transformateur de 2,5 volts. Les meilleurs résultats sont obtenus avec alimentation séparée.

Réalisation du changeur de fréquence

On peut voir sur le schéma de la figure 1 que l'étage détecteur utilise une lampe à écran (du type USA.24, en l'espèce une UY.224) dite à grille de protection. L'emploi de ce tube donne une plus grande sensibilité au circuit et permet un couplage très simple avec la lampe oscillatrice sans craintes d'interréactions influant défavorablement sur les réglages. Une UY. 227 est employée en oscillatrice.

L.2 et C.2 constituent le circuit oscillant d'accord de la détectrice P.O. qui sera réglé sur la fréquence du signal à recevoir. Le circuit hétérodyne est du type bien connu dit « autodyne » ou à réaction (circuit « Perry » des Américains), l'entrée en oscillations étant commandée par la résistance R.4 qui réunit la plaque de l'oscillatrice à la grille interne de la détectrice. Cet organe produit également la chute de tension nécessaire pour que la grille interne soit portée au potentiel voulu.

La fig. 1 donne le montage en cas d'emploi de sources de courant A et B autonomes ou d'utilisation du circuit de tension anodique alimentant le récepteur B C L.

Les valeurs sont les suivantes :

C. 1 = 500 mMF.
C. 2-C. 5 = Condens. var. type neutrodyne 50 mMF.
C. 3-C. 4 = 100 mMF.
C. 6 = 2.000 mMF.
R. 1 = 750.000 ohms.
R. 2 = 50.000 ohms.
R. 3 = 500.000 ohms.
R. 4 = variable 50.000 ohms max.
R F C = choc H.F.

Les bornes G et A de la fig. 1 seront connectées respectivement (la première d'une façon permanente) à celles « terre » et « antenne » du récepteur BCL : l'aérien étant branché alors directement à L. 1. Un inverseur peut être utilisé dans ce but et rendra possible indifféremment l'écoute du Broadcasting ou des P. O.

Si l'amateur désire opérer tous les branchements du changeur de fréquence avec le récepteur B C L au moyen d'un faux culot, le schéma de la fig. 1 sera légèrement modifié de la façon indiquée fig. 2. Le condensateur C. 7 intercalé en série dans la terre aura une valeur de 0,006 MF environ. Il suffit alors de retirer la première lampe H.F, du récepteur BCL et de la remplacer par le faux culot pour que toutes les liaisons soient effectuées du même coup.

L'alimentation totale en courants continus est donnée par le schéma de la fig. 3 dans lequel R. 5 aura 10 ohms, R. 6 5 ohms et R. 7 (rhéostat) : 20 ohms. La connexion « — B » indiquée en trait pointillé sera inutile si le « — A » et le « — B » sont réunis aux batteries mêmes. Dans ce cas il n'y a pas intérêt à prévoir les connexions par un faux culot puisque les batteries A et B sont directement accessibles : on utilise ainsi, comme nous l'avons dit, le circuit H.F. du récepteur BCL dans son intégralité.

La fig. 4 donne un aspect des deux groupes de bobinages L ; l-L. 2 (détectrice) et L. 3-L. 4 (oscillatrice) et le repérage des supports de selfs pour les deux étages. La combinaison indiquée (culots U S A) présente l'avantage qu'aucun court-circuit ne peut se produire si, par inadvertance, on interchange les deux groupes L. 1-L. 2 et L. 3-L. 4.

Les enroulements seront effectués dans le même sens pour chaque groupe, détail important en ce qui concerne L. 3-L. 4, car dans le cas contraire, la lampe O ne pourrait osciller. Comme dans tous les circuits analogues on évitera les connexions parallèles et on dégagera les conducteurs parcourus par la H.F.

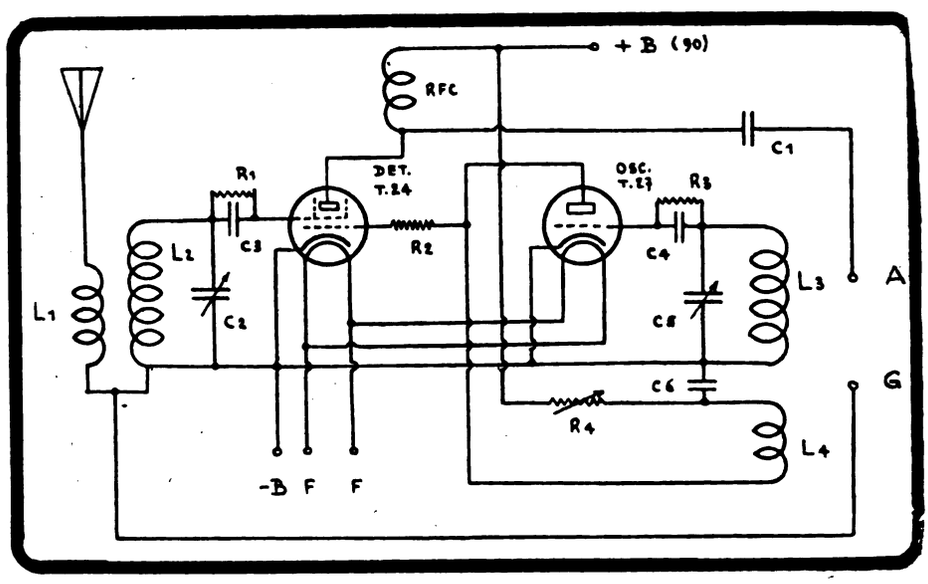


FIG. 1

Notes générales sur le fonctionnement du circuit

Dans le montage décrit le condensateur d'hétérodyne (C. 5) est disposé au centre du panneau avant, celui d'accord (C. 2) à gauche et la résistance de réaction (R. 4) à droite.

Si l'amateur n'a jamais manœuvré de superhétérodyne il est évident qu'un certain laps de temps lui sera nécessaire pour prendre une première pratique des réglages. Le « bruit de fond » persistant sur toute audition, et plus ou moins intense suivant les circonstances atmosphériques et la situation du récepteur l'aideront dans ses premiers essais. On peut même si on désire faciliter encore l'initiation aux réglages, obtenir un bruit de fond artificiel en fai-

BOBINAGES

Bandes approximatives	Détectrice		Oscillatrice	
	L.1	L. 2	L. 3	L. 4
5.000-7.000 kc.	12	16	20	9
8.000-13.000 kc.	7	8	9	4
13.000-19.000 kc.	5	5	5	3
Bande des 3.500 kc.	15	30	30	10
Bande des 7.000 kc.	7	12	13	6

Toutes les selfs sont effectuées en 6/10 sur des mandrins tubulaires de 38 mm. de diamètre.

Digitized by Google

sant fonctionner un buzzer à proximité du récepteur.

Après avoir disposé les lampes, opéré toutes les connexions nécessaires avec le récepteur BCL et les sources de courant et placé les jeux de bobinages sur leurs supports respectifs, le circuit Broadcasting sera réglé sur environ 550 kc. Si par hasard une émission locale avait lieu sur cette fréquence (ou très proche d'elle) il faudrait la modifier jusqu'à ce que la station ne soit pas du tout audible, l'antenne connectée à L. 1 du changeur bien entendu.

Le condensateur C. 5 sera placé approximativement à mi-course et on fera de même pour le bouton commandant le jeu de la résistance R. 4 (entrée en oscillations). On agira sur le condensateur d'accord de la détectrice jusqu'à

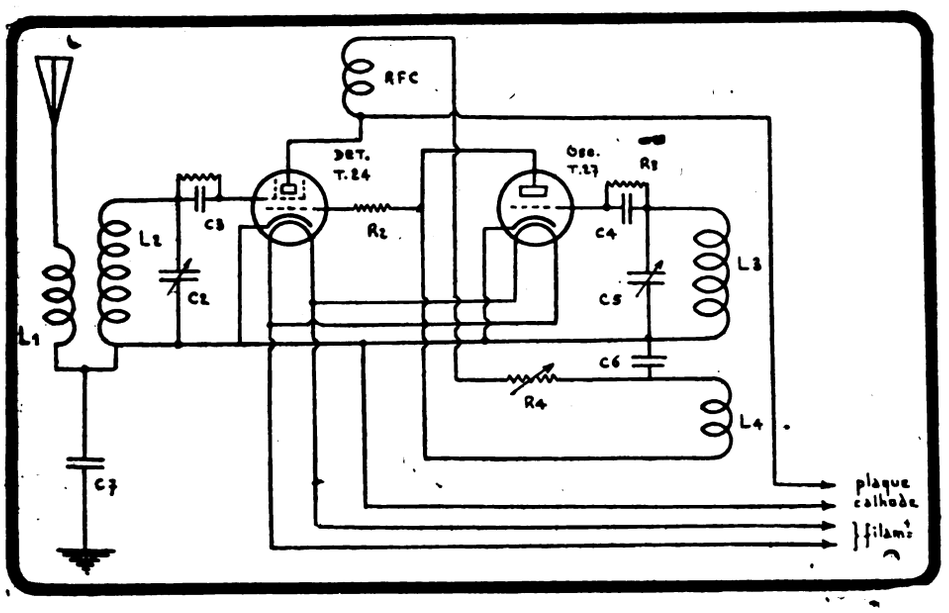


FIG. 2

percevoir le bruit de fond avec une intensité aussi grande que possible. On retouchera la résistance R. 4 dans le même but et, également si besoin est, la position de C. 5 (très légèrement).

Si R. 4 est trop poussée il peut en résulter un véritable hurlement intense dans le haut-parleur, ce fait indique une réaction excessibe et il est aisé d'y remédier en tournant en sens inverse le bouton de commande de la résistance.

La recherche des stations s'effectuera alors en manœuvrant très lentement et simultanément les deux condensateurs C. 5 (hétérodyne) et C. 2 (accord). Le premier devra être muni d'un bouton démultiplicateur à grand rapport irréversible sans jeu et d'une excellente construction. Un bouton cadran non démultiplié suffit pour C. 2, le réglage de ce dernier étant moins critique.

Le condensateur d'hétérodyne couvre une bande de fréquence assez élevée et il est possible d'entendre une station sur deux positions distinctes de C. 5 par rapport à C. 2, l'écart entre les deux réglages dépendant de l'ordre de grandeur de la fréquence résultante choisie. L'une de ces positions de C. 5 donnera des auditions un peu plus intenses.

Le réglage du récepteur BCL (circuit H.F.) sans toucher à celui du changeur fera apparaître successivement plusieurs émissions et la manœuvre sera encore plus aisée qu'en agissant sur les deux circuits du changeur de fréquence. Au besoin une légère retouche de C. 2 suffit pour obtenir l'intensité maxima.

Nous devons préciser que le récepteur utilisé pour nos essais a été un châssis Atwater Kent mod. 55 avec dynamique de la même marque. Ce circuit possède deux étages d'amplification en H.F. par lampes à écran. Le changeur de fréquence était alimenté par des sources indépendantes.

Réception des bandes « amateurs »

Les résultats obtenus sur les bandes « amateurs » et « stations commerciales » sont, on peut le dire, absolument parfaits. Les émissions phonie, en amortie ou en entretenue modulée (surtout à la fréquence du secteur) « sortent » avec une intensité remarquable, il n'est pas rare d'observer des déplacements de la « moving-coil » atteignant 6 mm. même pour des stations très éloignées.

La réception de la télégraphie sur ondes entretenues pures exigerait l'emploi d'un circuit hétérodyne séparé, agissant sur la M.F. et on pourrait dans ce cas prévoir un accord fixe et déterminé du récepteur BCL (H.F.) et d'une hétérodyne séparée et effectuer les réglages uniquement par les commandes de la lampe oscillatrice. Une simple détectrice à réaction (Schnell, Reinartz) comportant des bobinages pour BCL peut constituer la deuxième hétérodyne, dans ce cas sa borne antenne sera connectée à celle terre du récepteur BCL.

Broadcasting sur ondes courtes

On se doute de l'intérêt que présente le montage décrit pour la réception du Broadcasting sur ondes courtes. Le seul inconvénient grave à signaler est le fading qui affecte parfois d'une façon notable les réceptions sur les fréquences très élevées. Les circuits récepteurs modernes, à commande automatique du volume (anti-fading) seront donc particulièrement à conseiller dans ce cas.

Sur les 9.500 kc., PCJ est reçu (aux USA - N du T.) au crépuscule avec une intensité satisfaisante qui ne cesse d'augmenter dans les heures qui suivent et qui, sauf dans les moments de fading, atteint le maximum permis par l'installation.

Difficultés rencontrées

Nous devons signaler, pour aider nos lecteurs à les éviter dans la mesure du possible, les divers phénomènes constatés au cours des essais. Nous avons dû vaincre une à une ces petites difficultés et croyons y être parvenus d'une manière totale.

L'origine la plus fréquente des anomalies (bruits parasites divers, sifflements, hurlements, crachements, etc.), réside principalement dans une réaction du circuit hétérodyne trop poussée. Au fur et à mesure que R. 4 est manœuvré, un hurlement se produit : léger au début, il atteint une ampleur telle qu'il s'oppose à toute réception. Ce phénomène se poursuit souvent après que R. 4 a été modifiée en sens inverse et ne cesse que lorsque la valeur atteinte est bien supérieure à celle du début. Une trop faible valeur de C. 5 (lames à peine engagées) provoque le phénomène et dans ce cas seulement il est souvent impossible de l'éviter totalement. On y remédiera en diminuant l'importance de L. 4 mais on le fera avec précautions pour ne pas altérer le fonctionnement sur toute la bande.

Une absence totale de réception malgré des réglages judicieux de C. 2 et C. 5 peut avoir des causes multiples ; on peut toutefois avancer que le défaut peut être imputable 8 fois sur 10 à une erreur de connexion ou de branchement ou à l'omission d'un fil. On s'assurera aussi de la qualité des lampes employées.

Il peut arriver que la lampe hétérodyne, pour une raison quelconque, refuse d'osciller, le fait sera mis en évidence en intercalant un milliampère en série dans le « — B » et en touchant du doigt la résistance de grille R. 3. Si le circuit fonctionne normalement, le courant plaque doit augmenter, dans le

Digitized by Google

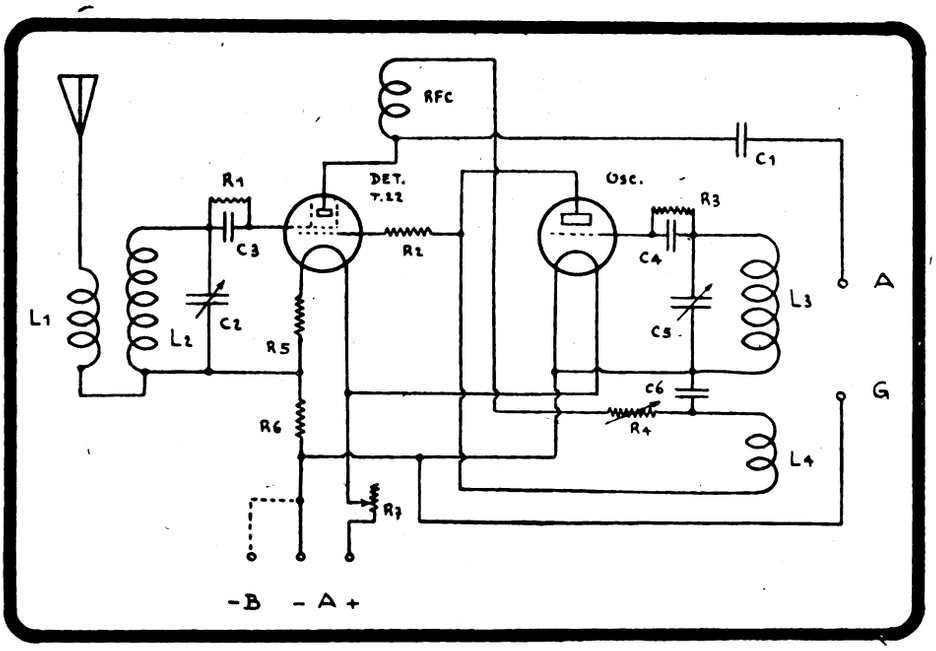


FIG. 3

cas contraire l'aiguille reste immobile. A défaut d'ampèremètre on peut brancher un casque en série dans la connexion du « + B » à la plaque de l'oscillatrice : en posant le doigt sur R. 3 on percevra un choc dans les téléphones. L'essai est encore plus probant en touchant le côté de la résistance connecté au circuit L3-C. 5.

Si l'essai prouve que le circuit hétérodyne ne fonctionne pas, on reverra cette partie et on vérifiera en premier lieu les selfs : on s'assurera que les connexions sont conformes au schéma et aux indications de la fig. 4.

Enfin, on peut être amené, bien que le cas soit rare, à modifier la valeur de la résistance de grille et celle de couplage des deux bobines L. 3-L. 4. On essayera également d'ajouter quelques spires à L. 3. Le circuit détecteur peut entrer en oscillations lorsque le condensateur C. 2 est au début de sa course, on y remédiera par la manœuvre de R. 4 et, au besoin, par une augmentation de R. 2 (couplage). Cette augmentation peut faire baisser l'intensité de réception pour les fréquences les plus basses, aussi n'y procédera-t-on qu'avec prudence.

Le circuit de la fig. 1 réalisé avec un chauffage des lampes par l'alternatif et des tubes à chauffage indirect laisse quelquefois percevoir un ronflement plus ou moins accusé. Ce ronflement sera plutôt imputable au circuit hétérodyne puisque normalement la détectrice ne travaille jamais en « accroché ». Il est à noter que le choix de la lampe a une grande importance : sur onze types analogues de marques diverses essayés sur l'appareil, trois seulement nous donnèrent des réceptions exemptes de tout ronflement d'alternatif, ce ronflement était perçu avec cinq de ces lampes lorsque le volum control du récepteur était près du maximum, deux possédaient le défaut un peu plus accusé et un s'opposait à toute réception par le ronflement épouvantable qu'il donnait. La mise à la terre du transformateur de chauffage soit au moyen d'une résistance à prise médiane soit par celui d'un condensateur ne nous permit pas de constater la moindre amélioration et nous avons conclu qu'en cas de ronflement avec un circuit judicieusement câblé, les lampes pouvaient être incriminées en premier lieu. Du reste, une lampe qui « ronflera » plus ou moins sur le « changeur » pourra être parfaite lorsqu'elle travaillera sur un récepteur BCL.

Jorge GRAMMER,

Sous-Directeur Technique du *QST*. Traduit et adapté par A. PLANES-PY, *QST* juillet 30, p. 8 à 14 *Revista Tel.* Août 30, p. 685 à 690.

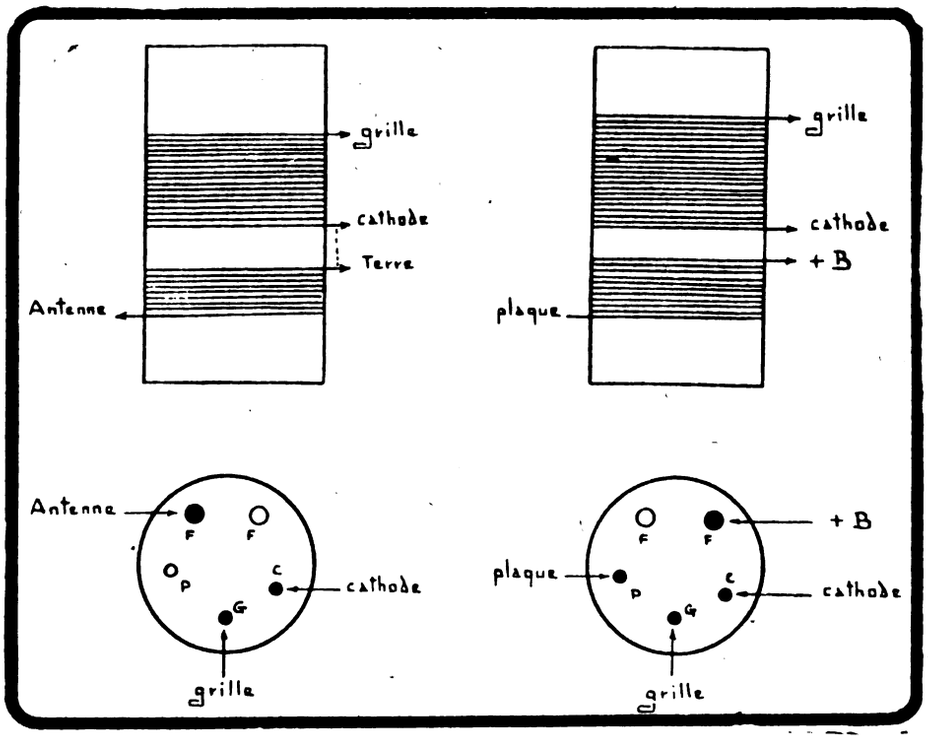


FIG. 4

Digitized by Google

Pour entendre les émissions sur ondes courtes

Les émissions sur ondes courtes constituent une source intéressante d'écoute ; nous donnons d'autre part le moyen de modifier une réception par changement de fréquence pour la réception de telles ondes. Nous espérons que le lecteur sera intéressé par la liste ci-dessous qui sera tenue à jour dans ces colonnes.

Nous donnons ci-dessous l'ordre de succession des différents postes émetteurs sur ondes courtes, avec la durée de l'émission, la longueur d'onde employée et l'indicatif du poste.

Heures rapportées à l'heure légale	Indicatif	Emplacement de la Station émettrice	Longueur d'onde	Jour d'émission pour les postes non quotidiens
7 h. 40 — 11 h. 40	PLE	Bandoeng, Java	15 m. 93	Mardi, Vendredi
9 h. 00 — 12 h. 00	RFM	Chabarowsk, U. R. S. S.	70 m. 10	
10 h. 40 — 11 h. 40	PLE	Bandoeng, Java	15 m. 93	Lundi, Mercredi, Jeudi, Samedi
11 h. 30 — 12 h. 30	G5SW	Chelmsford, Angleterre	25 m. 53	Sauf Samedi et Dimanche
12 h. 00 — 16 h. 00	W8XK	Pittsburg, U. S. A.	19 m. 72	Mardi, Jeudi, Samedi
13 h. 00 — 13 h. 55	—	Königswusterhausen, Allemagne.	31 m. 38	
13 h. 40 — 15 h. 40	PLE	Bandoeng, Java	15 m. 93	Mardi
14 h. 00 — 17 h. 00	—	Paris	29 m. 70	Dimanche
15 h. 30 — 23 h. 30	—	Königswusterhausen, Allemagne.	31 m. 38	
16 h. 00 — 19 h. 00	7LO	Nairobi	31 m. 10	
16 h. 00 — 22 h. 00	—	Motala, Suède	49 m. 00	
16 h. 00 — 21 h. 00	W8XK	Pittsburg, U. S. A.	25 m. 25	Mardi, Jeudi, Samedi
18 h. 00 — 23 h. 00	G5SW	Chelmsford, Angleterre	25 m. 53	Sauf Samedi, Dimanche
18 h. 00 — 20 h. 00	PCJ	Eindhoven, Hollande	31 m. 28	Jeudi, Vendredi
18 h. 00 — 24 h. 00	W2XAD	Schenectady, U. S. A .	19 m. 56	Dimanche, Mardi, Jeudi
18 h. 30 — 20 h. 00	—	Paris	29 m. 70	Sauf Dimanche
18 h. 45 — 21 h. 45	—	Poznan, Pologne	30 m. 50	
19 h. 00 — 22 h. 00	—	Bucarest, Roumanie	21 m. 50	Mercredi, Samedi
19 h. 00 — 22 h. 00	—	Prato Smevaldo (Rome)	80 m. 00	
19 h. 30 — 21 h. 30	OK1MPT	Prague, Tchéco-Slovaquie	58 m. 00	Mardi, Vendredi
19 h. 30 — 23 h. 30	—	Lyon	40 m. 20	Sauf Dimanche
21 h. 00 — 23 h. 00	HB9XD	Zurich, Suisse	41 m. 50	Samedi
21 h. 00 — 24 h. 00	W2XAD	Schenectady, U. S. A .	19 m. 56	Lundi, Mercredi, Vendredi
21 h. 00 — 4 h. 00	W8XK	Pittsburg, U. S. A.	48 m. 86	Mardi, Jeudi, Samedi
22 h. 00 — 3 h. 00	PCJ	Eindhoven, Hollande	31 m. 28	Jeudi
23 h. 00 — 2 h. 00	W2XAF	Schenectady, U. S. A .	31 m. 48	Sauf Samedi
24 h. 00 — 6 h. 00	PCJ	Eindhoven, Hollande	31 m. 28	Samedi

Digitized by Google

De l'utilisation des batteries d'accumulateurs

par BRUN

Les batteries d'accumulateurs, faute de mieux diront un certain nombre de détracteurs de ces appareils pourtant primordiaux, sont d'une application courante.

Ils ne sont pas si délicats qu'on veut bien le dire mais ils demandent un certain entretien dont on trouvera ci-dessous rappelés les éléments essentiels.

C'est en leur assurant une charge et une décharge en rapport avec leur construction et leur nature qu'ils auront la longue vie à laquelle ils ont droit.

J'AI signalé dans un précédent article la réputation assez fâcheuse dont jouissaient généralement les accumulateurs auprès de ceux qui les utilisaient. Une pareille réputation devrait avoir pour conséquence logique une sollicitude particulière à leur égard pour essayer d'en obtenir des services plus sûrs ou plus longs. Or, on constate au contraire, que les accumulateurs sont presque toujours traités comme des accessoires sans importance. Tout automobiliste réserve tous ses soins à son moteur. Son oreille est constamment aux aguets pour saisir tout ce qui pourrait survenir d'anormal dans son rythme. Il se considérerait comme un bien piètre conducteur, s'il le laissait manquer d'huile. Il n'hésite pas à se salir les doigts pour démonter ses bougies ou son carburateur, voire sa magnéto. Il s'astreint aux corvées du graissage. Mais c'est souvent pour lui une besogne surhumaine que de vérifier de temps à autre, si les éléments de sa batterie ne manquent pas d'eau.

Dans le domaine industriel, les moteurs, les machines diverses, font l'objet de l'attention générale. On évite de leur imposer une fatigue excessive. Leur fonctionnement fait l'objet d'une surveillance de tous les instants afin que toute anomalie dans leur marche soit découverte à l'instant où elle commence à se produire. Les batteries d'accumulateurs au contraire sont presque toujours abandonnées à elles-mêmes, et tout contrôle de leur marche semble superflu. On se croit quitte à leur égard quand on leur a donné une charge ou ajouté un peu d'eau distillée.

C'est qu'un accumulateur, mal surveillé, mal entretenu et mal chargé, utilisé dans des conditions défavorables, peut néanmoins fonctionner pendant longtemps. Bien loin d'être un engin capricieux, qui s'arrête ou qui se plaint dès que toutes les conditions nécessaires à son bon fonctionnement ne sont plus entièrement remplies, comme le fait par exemple le moteur d'automobile, il continue à fournir ses services, même dans les conditions les plus défavorables. Bien entendu, son fonctionnement dans ces conditions amène des avaries qui vont toujours en s'aggravant et il arrive un moment où il est complètement à bout. C'est seulement alors qu'on commence à se douter qu'il est fatigué. En somme, c'est un bon serviteur, dévoué, modeste et effacé, qui accepte toutes les besognes et qui meurt à la tâche, sans proférer une plainte.

Cet excès de discrétion est sans doute gênant. Il n'est malheureusement pas en notre moyen d'y remédier. On a peine à imaginer quelle pourrait être la sonnette d'alarme ou la soupape de sûreté dont il faudrait munir les batteries pour éviter à coup sûr toutes les fausses manœuvres. Le seul moyen en notre pouvoir consiste à apprendre à les utiliser correctement, à veiller à ce que les règles d'utilisation soient correctement appliquées, et aussi à apprendre à reconnaître les anomalies de fonctionnement, à en découvrir les causes et les remèdes.

J'ai souvent été frappé de l'ignorance dans laquelle se trouvaient au sujet des accumulateurs, beaucoup de techniciens, par ailleurs très avertis des choses électrotechniques. Un certain nombre de données très élémentaires leur sont parfaitement étrangères. Aussi, me permettra-t-on de rappeler quelques notions fondamentales qu'il ne faut pas perdre de vue, quand on veut utiliser des accumulateurs. Toutes sont d'une grande simplicité et paraissent même évidentes. Mais leur oubli est la cause de la plupart des insuccès ou des déboires provoqués par l'emploi de ces appareils.

L'accumulateur étant considéré comme un réservoir d'énergie électrique, la grandeur qui le définira sera celle qui mesure la quantité d'énergie qu'il peut restituer à la décharge.

Toutefois, dans la pratique courante, on préfère le définir par l'indication de sa tension de décharge, et par sa capacité, c'est-à-dire par la quantité de courant exprimée en ampères-heures, qu'il peut fournir au cours de sa décharge.

CAPACITE

La capacité d'un élément n'est pas une grandeur absolument définie en elle-même. Elle dépend de bien des choses, en particulier des régimes de décharge, de la température, des charges et des décharges antérieures, de la concentration de l'électrolyte, etc...

L'indication de la capacité d'un élément ne présente un sens certain que si l'on précise toutes les circonstances dans lesquelles la décharge a été faite.

Il est facile de représenter, à l'aide d'une courbe, la décharge d'un accumulateur. On portera par exemple en ordonnées les valeurs de la tension, mesures en volts, et on abaisse les temps, mesurés en heures.

L'accumulateur étant chargé préalablement, on le mettra en décharge à l'intensité choisie pour effectuer l'essai. Cette

Digitized by Google

intensité sera maintenue constante pendant toute la durée de la décharge. On notera la tension de l'élément au début de l'expérience. On refera la même mesure toutes les heures. On obtiendra aussi un certain nombre de points. En les réunissant par un trait, on obtiendra la courbe de décharge.

Quel que soit le type d'élément utilisé, et l'intensité de la décharge, la courbe aura l'allure générale ci-contre.

Après une baisse assez rapide, au cours des premiers instants de la décharge, la courbe prend, pendant un certain temps, une allure rectiligne. C'est ce que l'on appelle le palier de décharge. Cette dénomination est inexacte, puisque la courbe n'est jamais absolument horizontale. La tension baisse toujours, au fur et à mesure que la décharge se poursuit. Il arrive un moment où la baisse de tension devient brutale. La courbe présente un crochet. Si on continue la décharge, la tension baisse rapidement pour atteindre la valeur zéro.

Il va de soi que seule la partie située au-dessus du crochet est utilisable dans la pratique, car tous les appareils d'utilisation de l'électricité sont en principe connus pour être alimentés sous une tension constante, ou à peu près constante. Au surplus, tout élément déchargé au-delà du crochet s'use de façon prématurée. On est donc conduit, pour ces deux raisons, à arrêter pratiquement la décharge lorsque l'on arrive au crochet de la courbe.

En multipliant l'intensité du courant de décharge exprimée en ampères, par le temps, exprimé en heures, qui s'est écoulé entre le début de la décharge et le moment où l'on atteint le crochet on aura la capacité de l'élément, exprimée en ampères-heures.

Si, pour un même élément, on trace des courbes de décharge correspondant à diverses intensités de décharge, on fera les constatations suivantes :

1° Les diverses courbes ne se couperont jamais. Une courbe correspondant à une certaine intensité sera toujours tout entière au-dessus d'une courbe correspondant à une intensité plus forte;

2° La capacité obtenue par le produit indiqué plus haut, sera d'autant plus grande que l'intensité de décharge sera plus faible.

De la première de ces constatations, nous pouvons tirer la conclusion que, pour obtenir à l'aide d'une batterie une tension moyenne, ou finale déterminée, il faudra la composer d'un nombre d'éléments qui dépendra de l'intensité de décharge demandée. Ce nombre sera plus grand si l'intensité est plus forte. Par exemple, une batterie Radio de tension plaque de 120 volts pourra parfaitement ne comporter que 60 éléments au plomb, parce que la décharge sera faite en plusieurs dizaines d'heures, alors qu'une batterie d'éclairage qui sera déchargée en 4 ou 5 heures, devra comporter au moins 66 éléments, pour obtenir la même tension moyenne de 120 volts.

Inversement on peut tirer la conclusion que, pour une intensité de décharge donnée, la tension sera d'autant plus basse que la capacité sera plus réduite.

Nous remarquons en passant que la tension de décharge d'un élément est quelque chose d'extrêmement variable. Elle dépend de l'intensité de décharge et de l'état de la décharge. La règle, qui consiste à dire que la tension d'un élément au plomb est de deux volts, et celle d'un élément alcalin de 1.4 volt, est un peu trop simpliste. Ces valeurs sont parfois atteintes, mais seulement tout au début de la décharge. Les tensions réellement fournies dans la pratique sont toujours inférieures à ces valeurs.

De la seconde constatation, nous tirerons la conclusion que la capacité elle aussi est essentiellement variable et qu'il faut pour que son indication signifie quelque chose, dire à quelle intensité a été faite la décharge et quelle a été sa durée.

Pour les batteries de traction, qui sont toujours déchargées à forts régimes, on a pris l'habitude de caractériser les éléments par leur capacité pour une décharge en 5 heures.

Pour les autres batteries, les capacités caractéristiques sont données soit pour une décharge en 10 heures, soit pour une décharge en 5 heures. Les indications telles que «capacité pour décharge lente» ou «capacité pour régime intermittent», qui figurent dans les catalogues de certains constructeurs, n'ont aucune espèce de signification, elles ne caractérisent rien, elles ne permettent aucune comparaison.

Le tableau ci-dessous montre quelle est l'importance de la variation de la capacité en fonction de la durée de la décharge, d'une part pour un élément au plomb, d'autre part pour un élément alcalin au cadmium-nickel, en prenant, dans l'un et dans l'autre cas pour capacité nominale celle qui correspond à une décharge en 10 heures.

CAPACITE EN % DE LA CAPACITE NOMINALE

Durée de la décharge en heures	Elément au plomb	Elément au cadmium-nickel
20	113	105
10	100	100
5	82	95
3	74	89

On voit que la capacité de l'élément au plomb varie davantage en fonction des régimes de décharge, que celle de l'élément alcalin.

Au cours d'une décharge en 3 heures, un élément au plomb ne peut fournir plus des 3/4 de sa capacité nominale en 10 heures, alors que l'élément alcalin peut en fournir les 9 dixièmes.

Si la capacité de l'élément alcalin est peu altérée par un régime de décharge rapide, il n'en est pas absolument de même de sa tension.

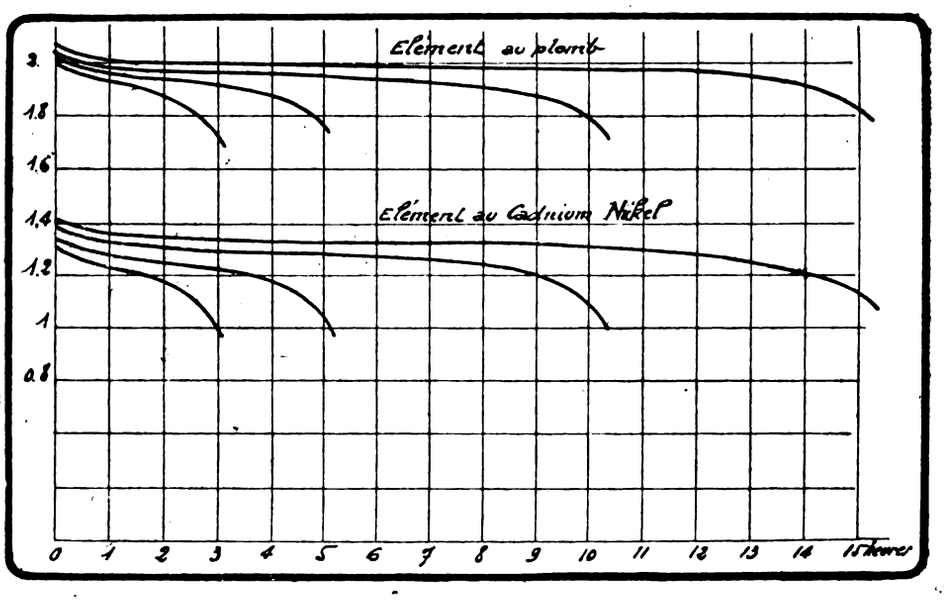
Les courbes (page 40) permettent de comparer la façon dont se comporte la tension de l'un ou de l'autre de ces éléments pour diverses durées de décharge. (Courbe II.)

Le tableau ci-dessous résume cette comparaison en indiquant la variation de la tension entre le début et la fin de la décharge, exprimé en pour cent de la tension initiale :

VARIATION DE LA TENSION

Durée de la décharge en heures	Elément au plomb	Elément au cadmium-nickel
20	9 %	15 %
10	10 %	20 %
5	12 %	24 %
3	14 %	27 %

Digitized by Google



D'une façon générale les variations de tension sont moitié moindres pour l'élément au plomb que pour l'élément alcalin.

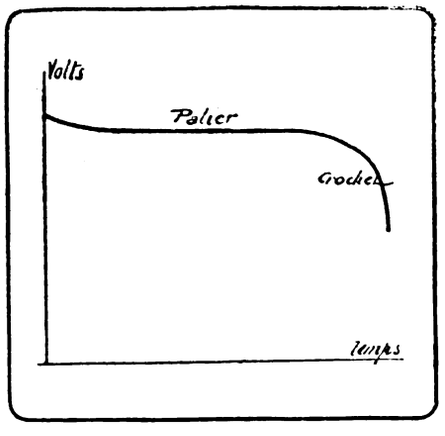
J'ai dit, plus haut, que la température jouait un rôle important sur la capacité. Avec les accumulateurs au plomb, cette variation atteint en moyenne 1.5 % par degré centigrade. Les capacités nominales sont généralement données pour une température de 20 degrés centigrades, qui est la température optima pour obtenir de longs services. Aux températures plus élevées, la capacité augmente, de façon appréciable, mais dès qu'on atteint 50 degrés, les plaques s'altèrent. Aussi, est-il recommandé de ne pas dépasser une température de 45 degrés. Aux températures inférieures à 20 degrés, la capacité diminue à zéro degré, la capacité est réduite de près de 30 %.

L'action de la température sur les éléments cadmium-nickel est moins importante. Les températures supérieures à la température normale de 20 degrés n'apportent presque aucune modification à la capacité. Les basses températures ont également une action moins marquée. A 15 degrés au-dessous de zéro, la diminution de capacité n'atteint pas 25 %.

La concentration d'électrolyte a une influence sur la capacité des éléments. Cette action est particulièrement marquée dans les accumulateurs au plomb. Plus on utilise un électrolyte concentré plus la capacité obtenue à la décharge est grande, tout au moins pour les fortes intensités et plus aussi la tension de décharge est élevée. Il semblerait donc qu'il y aurait intérêt à utiliser, dans les éléments au plomb un électrolyte aussi concentré que possible. Malheureusement, on est limité dans cette voie par l'action de l'acide sur les supports des matières actives et sur ces dernières elles-mêmes. Un acide trop concentré détériore rapidement les plaques et diminue la durée utile de l'élément, c'est-à-dire le nombre de décharges qu'il peut fournir.

Dans la pratique, la densité de l'acide ne doit jamais s'élever au-dessus de 28 degrés Baumé au moment où elle est la plus forte, c'est-à-dire quand l'élément est complètement chargé.

Dans les accumulateurs alcalins, l'action de la densité sur la capacité est moins sensible. Pour toutes les densités de solution de potasse supérieures à 18° Baumé elle reste à peu près constante. On a donc une latitude assez grande à cet égard. Il faut toutefois éviter de dépasser une densité supérieure à 28 degrés Baumé. Avec des densités plus fortes, on risque de détériorer rapidement les plaques. Notons en passant que la densité de l'électrolyte d'un élément alcalin conserve la même valeur au cours de la charge et de la décharge, car la potasse n'entre pas en réaction avec les matières actives, et sert uniquement à assurer une bonne conductibilité, à l'inverse de ce qui se passe dans l'élément au plomb, dans lequel l'acide se combine, pendant la décharge, aux matières actives en donnant du sulfate de plomb, qui au cours de la charge suivante est décomposé par le passage du courant qui remet l'acide en liberté. C'est pour cela, que dans les éléments au plomb, la concentration de l'acide varie avec l'état de décharge. Elle est d'autant plus faible que l'élément est plus déchargé.



Comme on le voit, la mesure de la capacité d'un élément et à plus forte raison, d'une batterie composée d'un grand nombre d'éléments, n'est pas une opération extrêmement facile à exécuter si l'on veut qu'elle signifie réellement quelque chose et qu'elle permette d'effectuer des comparaisons utiles. Cependant cette opération est d'un intérêt primordial pour reconnaître la valeur d'une batterie.

Dans tous les cas, la courbe de décharge réalisée devra être accompagnée des indications suivantes :

Intensité de décharge (qui devra être maintenue constante pendant toute la durée de l'opération) ;

Tension finale à laquelle a été arrêtée la décharge;

Intensité et durée de la charge qui a précédé la décharge contrôlée;

Température de l'électrolyte (au début et à la fin) ;

Densité de l'électrolyte (au début et à la fin).

Quand il s'agit d'une batterie de plusieurs éléments, les mesures de température et de densité pourront être faites sur deux ou trois éléments seulement.

F. Brun

Digitized by Google

LE FROID

Application aux transports des denrées périssables

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste

Les remarquables travaux de Pasteur sur le développement des microbes ont montré que le froid supprimait totalement leur accroissement.

Or, une des grosses difficultés concernant la conservation des denrées est justement de les soumettre à l'action de la chaleur du milieu ambiant. C'est pourquoi l'industrie du froid a trouvé là un débouché intéressant, comme l'auteur le montre dans l'article que l'on va lire.

POUR les agriculteurs, les pêcheurs, la question du transport de leurs produits dans des conditions en assurant la conservation dans un état suffisant de fraîcheur est d'un intérêt très grand. Et quand il s'agit de transports à grande distance, demandant un temps assez long pour que le produit soit mis en péril par ses transformations naturelles le problème de sa conservation devient capital.

Il importe en effet pour le produit expédié, que les denrées périssables arrivent dans le centre de consommation pour y être présentées sur le marché dans un état parfait de conservation. Si cette condition est remplie, la loi de l'offre et de la demande jouera normalement : la vente sera rémunératrice. Mais si la conservation laisse à désirer, le consommateur sera écarté par la marchandise peu attrayante et cette même loi des transactions jouera encore pour le plus grand dommage des vendeurs. Les denrées périssables, précisément à cause de leur caractère d'instabilité se traitent à des cours assez différents dans les centres de production et ceux de consommation pour que le commerce trouve à leur trafic une rémunération très suffisante. Un seul point importe: c'est de donner au commerce de ces denrées les moyens de se mettre à l'abri des abus qu'il court du fait de leur transformation naturelle.

Divers facteurs influent sur la conservation des denrées : ils varient suivant leur nature. Pour la plupart, le facteur primordial est la chaleur qui provoque les développements microbiens qui président à l'évolution de toutes les denrées alimentaires. Il importe donc que l'expéditeur soit mis en mesure de pouvoir faire exécuter les transports de ses produits dans des conditions qui lui permettent d'éviter les mouvements de la chaleur.

C'est pour permettre ce résultat que diverses sociétés, filiales des grands réseaux français se sont fondées pour offrir aux expéditeurs, par l'emploi rationnel d'un matériel spécialement construit à cet usage le moyen d'amener en tous temps les produits agricoles et les produits de la pêche dans les meilleures conditions possibles sur les marchés de consommation les plus éloignés. Sans doute le problème en France se présente dans des conditions de simplicité particulière. Notre pays est sillonné de voies ferrées qui permettent d'atteindre tous les points dans des conditions de rapidité assez grande. D'autre part, notre pays n'est pas très étendu et de ce fait les transports n'en sont pas de longue durée. Mais cette durée dépasse encore pour beaucoup de denrées ce qu'elles peuvent supporter. Le problème subsiste donc : mais ces considérations font que les solutions à adopter seront différentes de celles qui s'imposeraient s'il s'agissait d'un transport transeuropéen, par exemple ou transocéanien. C'est ce problème français que nous voulons examiner, réservant pour le moment le problème des exportations.

⁂

Les transports de produits agricoles ont été rendus possibles depuis longtemps par la mise en service par les compagnies de transport de wagons à marchandise munis de freins pneumatiques pouvant être incorporés dans les trains à grande vitesse. Cette simple faculté est suffisante pour permettre le transport à Paris des primeurs de la vallée du Rhône et depuis longtemps déjà la compagnie du P.-L.-M. met à la disposition des producteurs des trains de primeurs. Ce transport ne nécessite pas l'adoption d'un modèle de wagons particulièrement aménagés pour protéger le produit contre la chaleur. Les wagons sont munis de volets pouvant permettre l'aération des produits en cours de transport et cette précaution est suffisante pour un transport assez court du fait de l'adoption possible d'un moyen de locomotion rapide. Nous avons, dans un précédent article, dit que le producteur qui peut, avant le chargement, par un séjour de 24 heures en frigorifique refroidir sa denrée, la rend beaucoup plus apte à supporter ce transport. Cette précaution préalable est particulièrement avantageuse pour les expéditions d'un peu plus longue durée qui sont faites sur l'Europe du Nord et l'Angleterre. Non indispensable pour les expéditions sur Paris, elle est

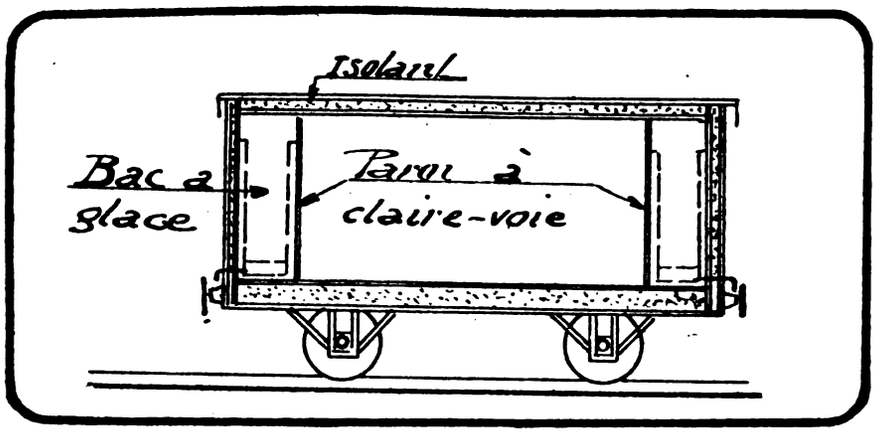
Digitized by Google

cependant très utile et permet d'offrir au consommateur de la capitale un produit beaucoup mieux conservé. Ce moyen suffisant pour le transport des primeurs, ne permet pas d'assurer la conservation de produits plus fragiles. L'industrie du froid offre la possibilité d'améliorer de façon sensible les conditions de transport.

La question se présente pour l'industrie frigorifique sous deux aspects bien différents suivant que la température à réaliser est voisine de 0° centigrade et quelque peu supérieure, ou au contraire doit être inférieure à 0° généralement — 5°, c'est-à-dire suivant que l'on doit assurer le transport d'un produit congelé ou d'un produit non congelé. Le point 0° centigrade constitue en industrie frigorifique un cap d'une extrême importance tant au point de vue de la production du froid, qu'au point de vue de la façon dont se comportent les denrées que l'on soumet à l'application du froid. Ce point tire toute son importance du fait qu'il est le point de congélation de l'eau. L'eau portée à cette température se solidifie. Dans cette transformation de l'état liquide à l'état solide l'eau emmagasine une quantité de froid extrêmement importante, 80 petites calories par gramme, 80 grandes calories par kilogramme sans que pour cela sa température soit changée. Pour transformer un kilogramme d'eau à 0° et un kilogramme de glace à la même température, il faut enlever à l'eau 80 calories, opération qui permet de réaliser le seul changement d'état physique. Et quand on a un kilogramme de glace à 0° son seul changement d'état, son passage à l'état liquide, se fera en absorbant au milieu environnant les 80 calories nécessaires pour la fusion.

D'autre part, les denrées alimentaires qui renferment généralement une quantité importante d'eau seront assez modifiées si on les porte à une température inférieure à 0°; leur eau de constitution se solidifiera et il en résultera une modification parfois importante de la denrée. Elle sera solidifiée, c'est la moins importante, et en outre assez souvent les cellules de la matière organisée seront brisées par cette congélation qui s'accompagne de dilatation, et la denrée décongelée ne ressemblera plus à la denrée avant congélation. Ces considérations expliquent l'importance du point 0° dans l'échelle des températures, au point de vue de la conservation des denrées. Nous allons voir comment elles sont appliquées, au point de vue des transports.

S'il s'agit de transporter des denrées devant être maintenues à une température supérieure à 0° centigrade et aussi approchées que possible de 0°, le moyen de



transport à employer est constitué par un wagon à bacs à glace. Les compagnies de chemins de fer ont en usage quelques-uns de ces wagons. Pour le plus grand nombre ils appartiennent à des industries privées qui ont besoin pour les transports des produits de leur industrie de cette température assez basse. La plus importante par les quantités de produits à transporter est la brasserie. Aussi ces wagons à bacs à glace sont appelés assez souvent wagons de brasserie, ou wagons à bière. Mais ils ne sont pas spéciaux à cette industrie. Ils peuvent être avantageusement utilisés pour le transport de la viande fraîche, le transport de la marée, et sont effectivement utilisés pour le transport de ces denrées. Ils sont d'une construction très soignée, mais techniquement assez simple.

Ces wagons sont construits de telle façon que les échanges de température avec l'extérieur soient réduits. Nous verrons à propos des wagons isothermes dont il sera question plus loin, les wagons mis en action pour éviter les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur du wagon. Ce qui distingue les wagons à bacs à glace, c'est la présence dans le wagon de bacs à glace. La denrée entreposée dans le wagon est généralement préréfrigérée par l'entrepôt pendant quelques heures dans une chambre froide de frigorifique, ou par le séjour dans les caves à bière : on lui fait acquérir la température optima et il suffit pour les maintenir en cet état d'absorber la chaleur qui pénètre au travers des parois du wagon. Ce rôle est joué par la glace : la chaleur qui pénètre dans le wagon est absorbée par la glace qui fond. Mais comme il faut que cette chaleur se dirige vers la glace et que l'air refroidi baigne bien les denrées, l'organisation du wagon n'est pas indifférente.

Les bacs à glace sont disposés sous le toit du wagon, l'introduction de la glace se fait assez facilement par une ouverture pratiquée dans le toit. On peut aussi avoir un seul bac dans le milieu du wagon ou deux bacs disposés aux extrémités : cette disposition est préférable parce qu'elle enlève moins du volume utile, mais diminue davantage la surface de chargement suivant les denrées à transporter. On adopte l'une ou l'autre disposition grâce à cette situation élevée de la glace dans le wagon, l'air froid s'obtient en haut d'où par sa densité il descend sur les denrées, chassant au contact des bacs l'air plus chaud qui remplit le wagon. L'air est ainsi dans un mouvement continuel, ce qui est très favorable à l'unification de la température dans le wagon.

Les bacs à glace sont à double paroi : dans la paroi intérieure qui est en tôle perforée, est contenue la glace. La paroi extérieure forme plutôt cuvette et est en tôle pleine : elle reçoit l'eau de fusion de la glace qui s'écoule par un tuyau de vidange longeant les parois du wagon et la conduite sur la voie lorsqu'elle atteint le niveau du trop plein. A ce niveau la glace affleure l'eau si bien que la fusion de la glace est obtenue uniquement par la cumulation de l'air à refroidir.

Le froid que possède encore l'eau de fusion est utilisé pendant tout le temps que dure le séjour dans le bac. Aussi l'utilisation de la chaleur de fusion de la glace est parfaitement employée et elle est produite au fur et à mesure du besoin que l'on en a.

Dans ce modèle de wagon frigorifique la température réalisée ne saurait être inférieure à la température de quelques degrés au-dessus de 0° centigrade. En effet, l'on utilise pour maintenir la température à un bas niveau, la chaleur de fusion de la glace. Or cette chaleur ne peut être absorbée par la glace qu'à la température de fusion de 0° ce qui correspond à une température de l'air du wagon de 4 ou 5° au-dessus de 0° centigrade.

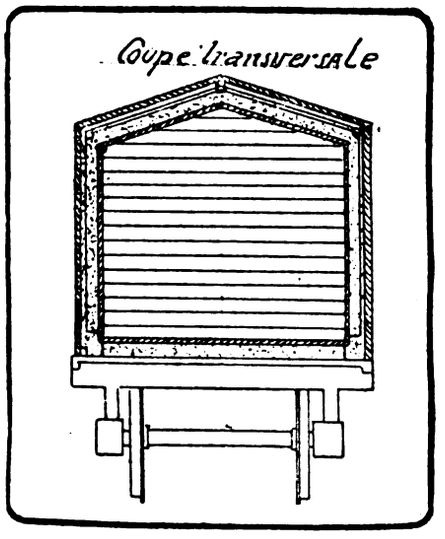
Des wagons fonctionnant suivant ces données techniques sont utilisés pour le transport de la marée, des beurres crèmes

Digitized by Google

et fromages, des volailles, des viandes fraîches. Ils sont mis en circulation par les compagnies de chemins de fer qui les mettent à la disposition du public par l'intermédiaire de leurs filiales. Mais les wagons de ce type sont encore trop peu nombreux: les wagons frigorifiques sont pour la plupart du type des wagons isothermes.

⁂

Les wagons isothermes tendent comme l'indique leur nom à maintenir la constance de température : ils doivent donc pouvoir être utilisés tant pour le transport des denrées qui doivent être protégées de la chaleur, que de celles qui doivent être maintenues à l'abri du froid. C'est, qu'en effet, des denrées de cette dernière caté-



gorie existent. Les bananes par exemple ne peuvent circuler sur les réseaux français par les rigueurs de l'hiver sans courir le risque de geler et le dégel nous les rend en purée de bananes. Il faut les mettre à l'abri du froid pour le transport : les wagons isothermes maintenant l'égalité de la température sont tout indiqués si l'on suppose que dans le lieu de la mise en wagon, entrepôt ou port du Midi de la France, il ne fait pas froid.

Les wagons isothermes sont plutôt utilisés pour le transport des produits à protéger contre la chaleur. En effet, les produits mis en wagon à une température donnée ne souffriront pas de l'échauffement sur les voies ferrées. Et si l'on suppose que les denrées puissent être introduites en wagon à des températures suffisamment basses obtenues par l'application du froid artificiel, de tels wagons nous procurent le moyen par la constance de température qu'ils permettent d'obtenir, de transporter des denrées même à l'état de congélation. On peut dire que ces wagons constituent le mode idéal de transport des produits congelés.

Leur fonctionnement est extrêmement simple : il consiste en un volume clos par une paroi étanche à la chaleur. Une fois la température de l'intérieur du wagon obtenue, la paroi s'opposant aux échanges de chaleur, la température reste constante. Pratiquement la réalisation de cette paroi étanche à la chaleur est extrêmement difficile, elle est même impossible.

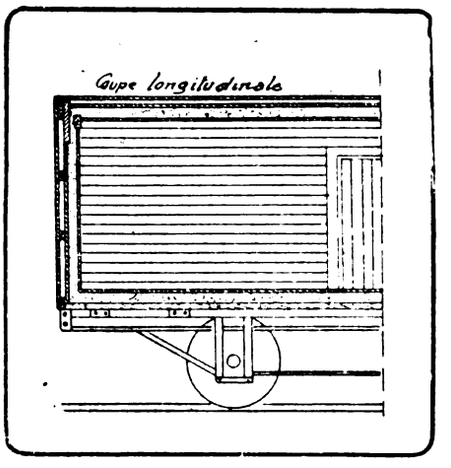
La chaleur offre, en effet, ce caractère qu'aucune paroi ne peut s'opposer complètement à son passage. Quelque épaisse qu'elle soit, de quelque nature de matériaux qu'elle soit construite, toute paroi laisse passer de la chaleur. Le passage peut être ralenti il ne sera pas nul. Donc les échanges pourront être réduits ils ne seront pas supprimés. Tout le soin du constructeur se limite à établir les parois des wagons avec des substances mauvaises conductrices : ils ne peuvent en effet employer une couche trop épaisse car c'est aux dépens du volume utile.

Aussi ces wagons ont une paroi faite de substances convenablement choisies et assemblées de façon à ne pas présenter de solution de continuité : on emploie à cet usage le plus généralement des panneaux de liège aggloméré avec du brou de goudron. Les portes des wagons présentent également ces panneaux d'isolant. L'isolant est interposé entre deux parois de planche qui le protègent. Les portes sont construites de façon qu'elles s'appliquent exactement dans leur cadre et l'une sur l'autre. De plus, on place sur les joints pour les rendre mieux étanches, des cordons de feutre.

La mise en œuvre de ces matériaux doit être faite avec beaucoup de soin et les frais de construction de tels wagons sont élevés quand on veut atteindre la perfection. En France ils sont construits aussi parfaits que possible, aussi c'est en France que l'on trouve les wagons présentant les parois les plus épaisses : mais, conséquence inévitable, ils reviennent cher et de ce fait, l'amortissement exige une majoration du prix de transport qui s'ajoute encore à une augmentation des prix de transport, le poids utile transporté nécessitant le transport d'un poids mort très élevé.

On prend également une autre précaution qui ne manque pas d'efficacité lors des transports sous le soleil : les wagons isolés sont peints en blanc. La couleur blanche en effet réfléchit la chaleur comme un miroir le fait pour la lumière. De ce fait la chaleur lumineuse du soleil, est réfléchie sur la paroi du wagon et la paroi extérieure se maintient dans un état de fraîcheur plus grande que si le wagon était peint d'une couleur absorbant la chaleur, en noir par exemple, comme le sont généralement les wagons ordinaires.

Ce genre de wagons est le seul utilisé pour le transport de la viande congelée. Cette denrée, en effet, se prête à merveille aux conditions de température obtenues avec de tels wagons. La viande, en effet, est une denrée qui exige une température inférieure à 0°, car il faut qu'elle soit maintenue à l'état de congélation. D'autre part, la viande congelée est conservée à une température de - 5° à cœur, il faut qu'elle soit portée à cette température pour la conserver. Mise en cet état dans un wagon isotherme, et lorsque le



wagon est chargé à plein, la viande abandonne une faible partie du froid qu'elle contient pour refroidir les parois intérieures du wagon. Les échanges avec l'extérieur sont assez lents et faibles pour que le séjour pendant 3 ou 4 jours, même par les plus fortes chaleurs, n'entraîne pas un réchauffement de la denrée qui puisse en déterminer la décongélation. Or en 3 ou 4 jours un wagon est envoyé de n'importe quel port à n'importe quel centre de consommation en France. Aussi on comprend facilement que ce mode de transport soit largement suffisant pour tous les besoins commerciaux en viande congelée. Et c'est à cette particularité que l'on doit d'avoir réalisé en France un assez important parc de wagons frigorifiques de ce modèle.

⁂

Avant la guerre les transports frigorifiques étaient rares en France. L'industrie du froid était peu développée parce qu'elle était récente et puis surtout parce que la France, pays agricole, se suffisant à lui-même, n'avait pas éprouvé un bien

Digitized by Google

grand besoin de ce genre de transport. Mais quand pendant la guerre il fallut approvisionner les armées en viande, la situation changea. Il fallut faire appel à l'étranger pour ménager notre cheptel et nous n'avions guère les moyens de transporter la viande congelée. On réquisitionna les wagons des brasseries dont on utilisa uniquement les propriétés isothermiques, on laissa sans glace d'abord les bacs dont ils étaient munis; puis on enleva ces bacs gênants car ils utilisaient une partie du volume utile. Mais ces wagons étaient trop peu nombreux pour les besoins à satisfaire. L'Administration de la guerre dut en augmenter le nombre. Pour cela elle utilisa des wagons existants qu'elle revêtit de la paroi isolante nécessaire : tout naturellement elle choisit pour cela les wagons à primeurs déjà pourvus du frein pneumatique qui permettait de les incorporer dans les trains de grande vitesse. Et c'est ainsi que l'on voit encore des wagons isothermiques de cette origine. On les remarque facilement à l'emplacement de leur volet d'aération qui a été enlevé et dont on voit encore la place. La compagnie P.-L.M. et la compagnie d'Orléans fournirent ainsi pour cette transformation, leur matériel de cette nature.

Quand les Américains entrèrent dans le conflit ils apportèrent pour leur ravitaillement des wagons isothermes à grand volume montés sur boggies. Ils nous laissèrent ces wagons avec leurs stocks et c'est ainsi que notre parc de wagons frigorifiques s'accrut de tous ceux qu'ils nous vendirent. Ces wagons ont été cédés par l'Etat aux compagnies de chemins de fer qui en avaient l'utilisation.

Depuis, les compagnies ont donné à gérer leur parc à wagons frigorifiques à des sociétés filiales qui ont encore augmenté leurs moyens d'action en en construisant de nouveaux. Le modèle isothermique étant celui qui donne les meilleurs résultats elles ont surtout construit des wagons de cette nature et les transports frigorifiques sont actuellement assez convenablement assurés.

***

La Société d'Exploitation des wagons frigorifiques du réseau de l'Etat, s'emploie activement, sous les auspices dudit réseau à venir en aide aux agriculteurs et aux maréyeurs en mettant à leur disposition un matériel approprié. Sur ce réseau essentiellement agricole, des résultats appréciables et fort encourageants ont été obtenus qui montrent que les expéditeurs comprennent les avantages des transports frigorifiques qu'ils adoptent de plus en plus. Pour faciliter le transport des denrées périssables remises par les expéditeurs n'ayant pas l'utilisation d'un wagon complet, la Société d'Exploitation a organisé des services journaliers de ramassage.

Des roulements journaliers sont prévus en wagons isothermes pour la marée de Dieppe sur Niort, Saintes, Bordeaux, Irun; de Dieppe sur Limoges, Toulouse, Narbonne, Perpignan, Cerbère; de la Rochelle sur la Savoie, Genève, Modane; de la Rochelle sur Marseille, Toulon, St-Raphaël, Cannes, Nice.

Pour les beurres, fromages, crèmes, des roulements journaliers ont lieu sur les lignes :

De Cherbourg à Paris et par correspondance sur Lyon et Marseille;

De Granville à Paris;

De Niort-Saintes sur Marseille, Toulon, Saint-Raphaël, Cannes, Nice.

Des roulements journaliers en wagons frigorifiques amènent à Vaugirard les volailles en provenance :

De Challans;

Des gares de La Roche-sur-Yon à Nantes;

De Pont-Rousseau;

De La Roche-sur-Yon à Bressuire;

De Cholet à Bressuire.

L'importance du tonnage transporté, 300 tonnes environ par mois, démontre que le chargement des wagons frigorifiques répond à des besoins bien reconnus par les intéressés.

***

Pour le viandes, il reste beaucoup à faire encore : le transport par wagon isotherme n'est pas encore utilisé comme il mériterait de l'être. Il faudrait, pour la viande, arriver à une organisation méthodique de l'exploitation de ce produit extrêmement cher depuis plusieurs années. Il faudrait notamment arriver à substituer à la multitude de petits expéditeurs, l'exploitation industrielle dans des abattoirs régionaux convenablement organisés, où l'utilisation des sous-produits serait bien plus parfaite et d'où l'on ferait l'expédition dans des conditions de transport beaucoup plus favorables à la conservation de ce produit très fragile. Mais des intérêts divers s'opposent à cette organisation méthodique et les expériences tentées ne sont certes pas encourageantes. Il faut donc, jusqu'à ce que l'éducation des expéditeurs soit faite, se contenter des moyens mis en œuvre : ils donnent des résultats suffisants à condition de savoir se contenter de peu.

A. Michel

Digitized by Google

AVIATION

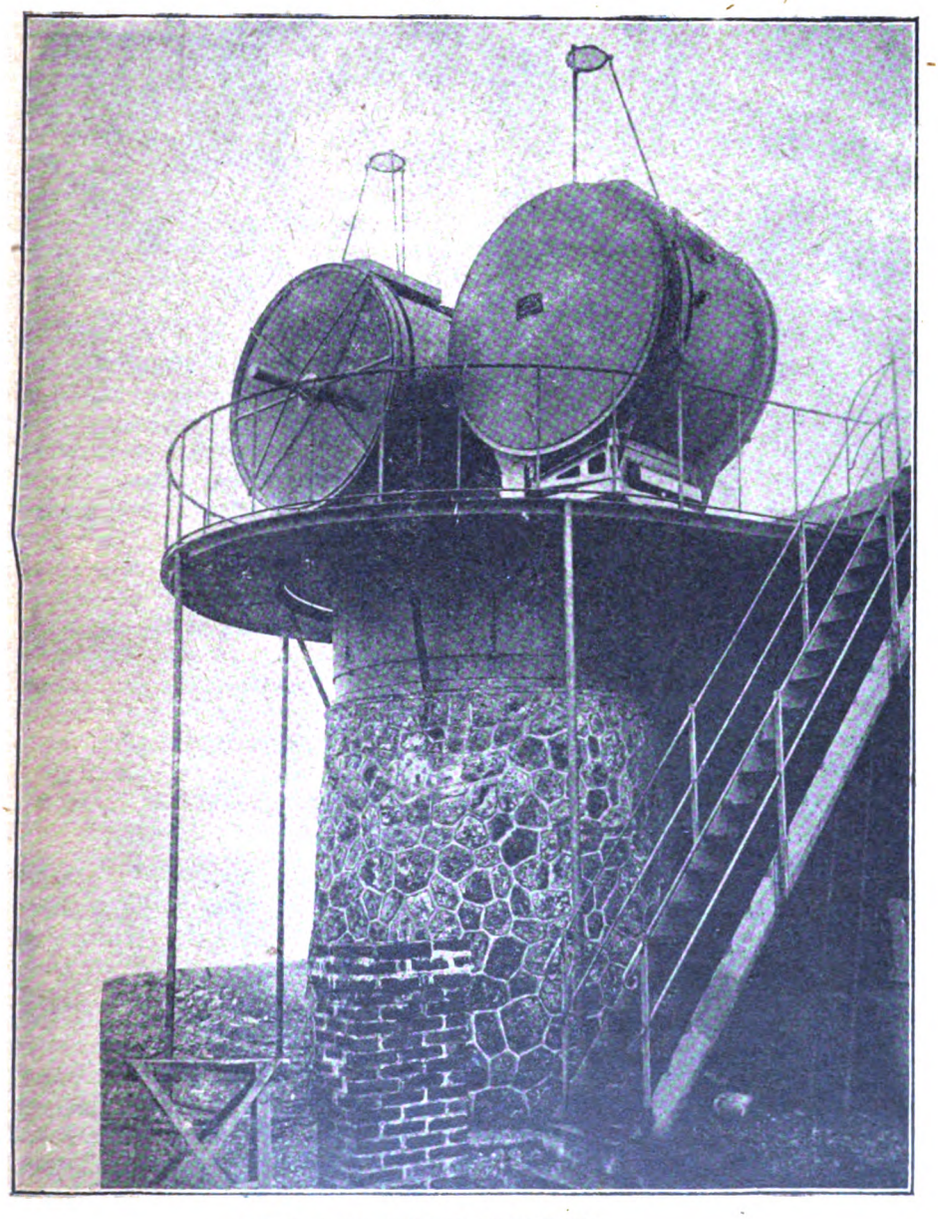
PHARES & PROJECTEURS

par PAGÈS

Même dans le langage courant de l'automobiliste on confond phare et projecteur. Pourtant, ils sont essentiellement différents.

Outre une définition complète de ces termes, on trouvera ci-dessous un exposé complet de leur évolution en ce qui concerne les phares.

Depuis le « feu » de Cordouan, à bois, jusqu'aux optiques modernes on pourra suivre les progrès de ces modes de signalisation aux navigateurs terrestres et aériens.



PHARE DU MONT VALERIEN

ON considère souvent ces deux termes comme synonymes. Il n'en est rien. Un phare sert à la signalisation et au balisage des routes maritimes et aériennes; un projecteur est un appareil destiné à éclairer à grande distance. Tel est le cas des appareils d'éclairage dont sont pourvus les autos et que l'on désigne quelquefois, à tort, sous le nom de phares.

Comme nous le verrons au cours de ces articles, il n'y a pas de différences profondes de construction entre eux et il est arrivé assez souvent que l'on a utilisé des appareils conçus primitivement comme projecteurs pour faire des phares; par exemple, le phare aérien du Mont Valérien qui devait être utilisé primitivement comme projecteur pour la défense aérienne de Paris.

I. — PHARES

Historique des Phares

Les phares remontent à la plus haute antiquité. Homère en parle dans le XVIIIe chant de l'Iliade.

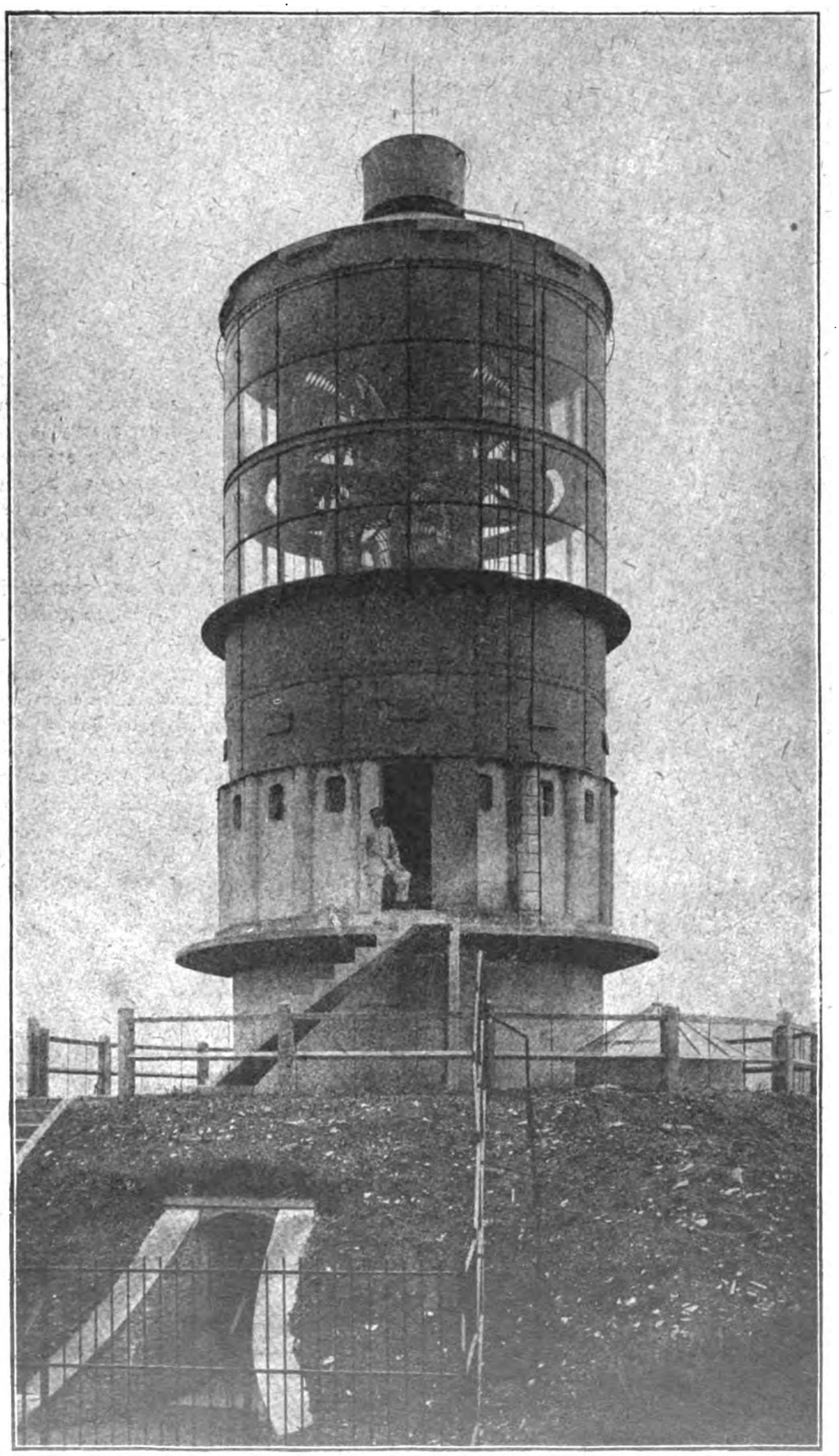
L'un d'eux, celui d'Alexandrie, était considéré comme une des sept merveilles du monde. Etabli dans l'île de Pharos, il a donné son nom à tous les autres phares. Il avait été construit antérieurement au règne d'Alexandre le Grand, puis il fut remanié par un des Ptolémé qui fit ériger la tour de marbre blanc de 70 mètres de haut qui existait encore au XIIe siècle; cette dernière construction avait coûté, paraît-il, l'équivalent de 4 millions 1/2 de francs or.

En France, un phare célèbre et très ancien est celui de Cordouan construit sur l'île du même nom à l'embouchure de la

Digitized by Google

Gironde. Il fut surélevé au XVIIe siècle et son feu fut porté à 60 mètres au-dessus du niveau des basses mers.

Jusqu'à cette époque,on utilisait comme source lumineuse des foyers au bois et au charbon. A la fin du XVIIIe siècle on se mit à employer des lampes à huile et en 1782, le feu de Cordouan était formé de 80 lampes à mèches plates placées au foyer de réflecteur ayant vaguement la forme d'un segment sphérique. Le rendement de l'ensemble était déplorable; les lampes fumaient et noircissaient les réflecteurs. En 1783, on eut l'idée d'employer une lampe à mèche cylindrique avec double courant d'air. Un tube intérieur creux permettait d'amener l'oxygène nécessaire au centre la flamme et d'avoir ainsi une bonne combustion. Ces lampes étaient placées au foyer de réflecteurs paraboliques disposées par groupes, les réflecteurs de chaque groupe étant parallèles. On suspendait le tout de façon à pouvoir le faire tourner. Ce furent les premiers feux à éclipses.



PHARE A LONGUE PORTEE B. B. T.

On remplaça le feu de Cordouan en 1790 par un appareil de ce genre. Il donnait toutes les 2 minutes des éclats dont la durée primitivement de 5" fut portée à 10".

A la fin du XVIIIe siècle, toutes les nations maritimes avaient adopté ce dispositif. Depuis les perfectionnements sont portés soit sur la partie optique, remplacement du réflecteur par une lentille à échelon, soit sur la source lumineuse, lampes à mèches concentriques, manchons à incandescence fonctionnant au moyen de la vapeur de pétrole ou d'essence, puis, enfin, utilisation de l'électricité soit au moyen d'arcs, soit, dans ces toutes dernières années, avec des lampes à incandescence dont la puissance peut atteindre 10 kw.

Partie optique des phares

Une des propriétés principales des phares est la portée qui est liée à l'intensité maxima dans le faisceau émis. Pour augmenter cette intensité, tout en restant dans des limites de puissance acceptables pour la source lumineuse, on a été conduit à concentrer le flux émis dans un angle aussi petit que possible. Pour arriver à ce résultat, les deux appareils utilisés sont la lentille à échelons, dite lentille de Fresnel, du nom de son inventeur, et le miroir parabolique.

A) *Lentille de Fresnel.*— Si on prend une lentille bi-convexe ou plan-convexe et que l'on dispose à l'un de ses foyers un point lumineux, on obtient un faisceau émergeant de faible divergence. Cette divergence peut être pratiquement nulle si les arcs constituant les faces sont petits par rapport au rayon correspondant. Elle peut même être rigoureusement nulle si l'on prend comme face d'entrée pour le rayon incident un cercle ayant pour centre le point lumineux et comme face de sortie un arc d'ellipse dont le foyer coïncide avec le centre du cercle; mais si l'on veut utiliser des lentilles dont le diamètre augmente par rapport à la distance focale, on est conduit à avoir des épaisseurs et par suite des absorptions et des poids

Digitized by Google

prohibitifs. De plus les défauts, aberration sphérique et chromatique, peu importants dans les lentilles à faible ouverture, deviennent très importants dans les autres et donnent au faisceau une hétérogénéité et une divergence inadmissibles. Les lentilles à face elliptique n'ont pas d'aberration de sphéricité, mais ne sont pas achromatiques et leur fabrication très délicate en fait des objets de laboratoire.

Pour remédier à ces différents défauts, Fresnel a imaginé la lentille à échelons qui consiste en un système optique admettant une face commune et dont la seconde face est formée d'une série d'éléments courbes disposés les uns au-dessus des autres, et dont les rayons sont calculés de façon qu'ils aient le même foyer. Ce sont des portions de lentilles. Sur la fig. 1, on a représenté une lentille à échelons plan-convexe et en pointillé la 2e face des différentes lentilles épaisses correspondantes.

Ce genre de lentilles ne peut pas être obtenu facilement au-dessus d'une certaine dimension, aussi les entoure-t-on d'une série d'anneaux fabriqués séparément et formés d'une face intérieure sphérique, d'une face extérieure convexe et d'une troisième face plane formant joint. Le tout forme un dioptre composé ou un système dioptrique.

Fresnel ne borna pas là son invention. Il voulut utiliser un flux encore plus grand que celui qu'il pouvait recueillir avec le système dioptrique où il était limité par l'aberration chromatique. Il disposa au-dessus de la source lumineuse une série de miroirs à 45°, qui dirigeaient parallèlement à l'axe le flux lumineux reçu. Ces miroirs étaient difficiles à construire et leur argenture était rapidement abîmée par l'air humide et salin. Il fut obligé de les remplacer par des prismes à réflexion totale ayant deux faces planes, et une face courbe. Pour des facilités de construction, on a été amené par la suite à les modifier en faisant les trois faces courbes. La face d'entrée est concave, la face réfléchissante et la face de sortie sont convexes.

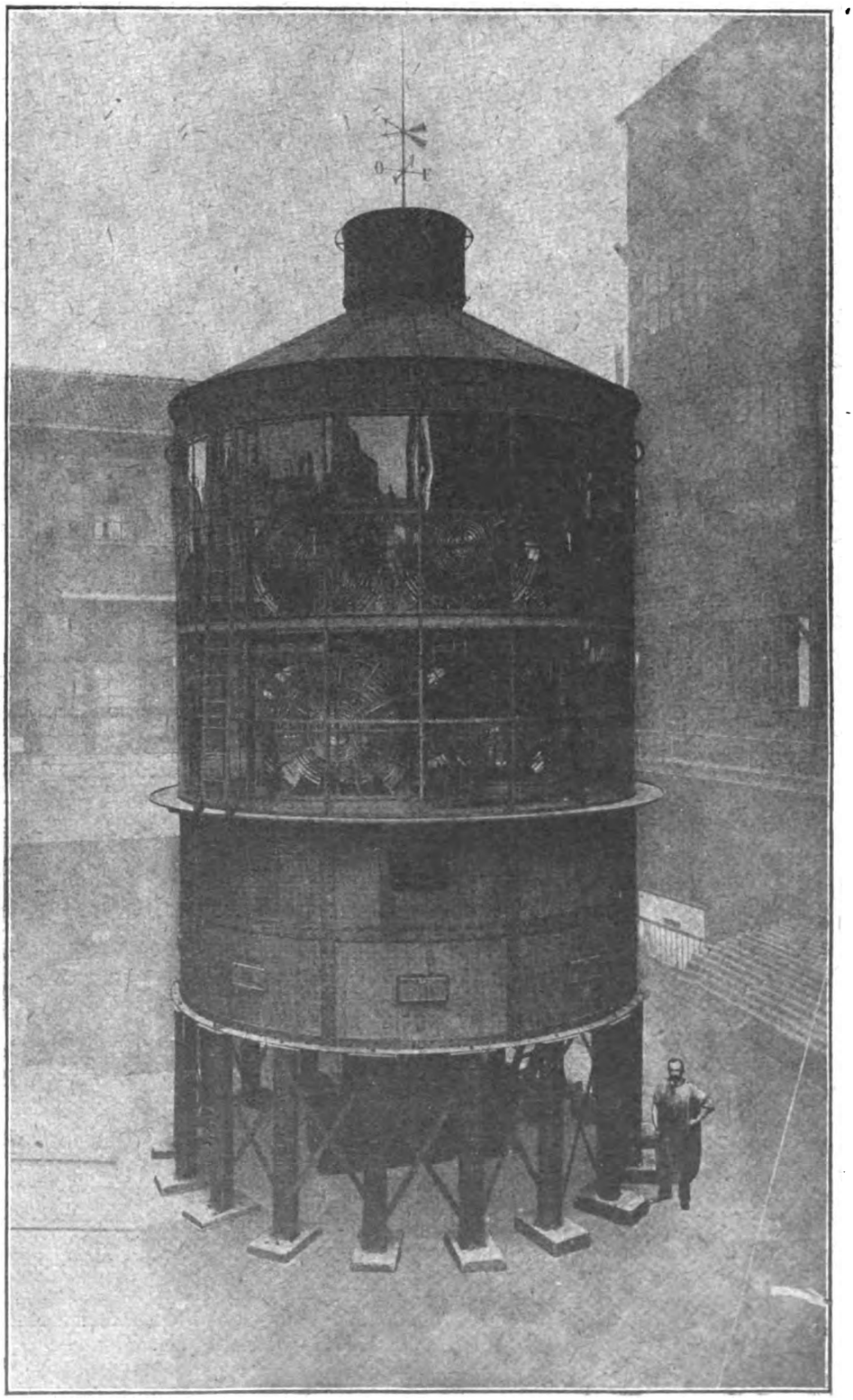
Sur la fig. 2, nous avons indiqué le profil que présente un tel ensemble. L'angle d'ouverture du faisceau utile est aux environs de 140°.

Les anneaux sont d'abord moulés, puis taillés et polis dans des bassins en fonte présentant la courbure voulue.

Si l'on fait tourner le profil de la fig. 2 autour d'un axe vertical, on obtient un optique circulaire concentrant la lumière dans un plan horizontal et servant pour les feux fixes; si l'on fait tourner au contraire ce même profil autour de l'axe optique, on obtient une lentille dite annulaire. Assemblées autour d'un axe vertical, elles servent pour les feux à éclats.

Le service des phares classe en neuf groupes les optiques suivant leur distance focale qui varie de 1 m. 33 jusqu'à 0.015.

Grâce au progrès réalisé pour les sources lumineuses, on ne construit plus maintenant les appareils des deux premiers groupes dont il n'existe que quelques modèles.



PHARE DU MONT AFFRIQUE

Digitized by Google

On a commencé par disposer dans les feux à éclipses l'optique sur une plateforme mobile entraînée par un mouvement d'horlogerie, mû par un poids tombant dans la tour du phare. A la suite d'essais sur la durée de perception des sensations lumineuses, on a été conduit à diminuer la durée des éclairs donc, à faire tourner le phare plus vite. L'ancien système, où les frottements étaient considérables, n'était plus utilisable. On a résolu le problème en faisant flotter la plateforme supportant l'optique sur un bain de mercure, le tout étant toujours entraîné par le mouvement d'horlogerie. Dans les phares équipés électriquement, on emploie maintenant un moteur électrique.

Le montage optique est très délicat. Chaque anneau ou pour ceux de grande dimension chaque portion d'anneau est sertie dans une alvéole en bronze et l'assemblage et le réglage nécessitent de nombreuses mesures photométriques.

L'éclat d'une telle lentille est très grand, il est théoriquement égal lorsque la source de petite dimension est placée au foyer du système à l'éclat de cette source.

Réflecteur parabolique. — Rappelons rapidement quelques propriétés de la parabole. On sait qu'une parabole est le lieu des points situés à égale distance d'une droite fixe appelée directrice et d'un point appelé foyer. La droite menée par le foyer perpendiculairement à la directrice est l'axe de la parabole. Soit un point M de la parabole. De ce point abaissons la perpendiculaire MH sur la directrice B, on a MF = MH. La tangeante MT est bissectrice de l'angle formé par le rayon vecteur MF et la perpendiculaire MH à la directrice. La normale MN sera bissectrice extérieure du même angle.

Par suite, si l'on place un point lumineux en F, le rayon frappant la courbe en M sera réfléchi suivant MH^1 parallèlement à l'axe. Réciproquement, un rayon parallèle à l'axe passera après réflexion par le foyer. La parabole est une courbe stigmatique pour l'infini. Le point S où la parabole coupe l'axe est le sommet de la parabole, si I est le point où la directrice coupe l'axe, la distance I F est appelée le paramètre p. La longueur FS est évidemment égale à la moitié de FI donc p/2.

$$ES = \frac{IF}{2} = \frac{p}{2}$$

La parabole est définie par son foyer, son axe et son paramètre.

Considérons ce qui se passe lorsque le foyer restant fixe le paramètre p varie.

Si p augmente, S s'éloigne de F. Le point de la courbe situé sur la perpendiculaire à l'axe en F, soit L, est à une distance de F égale à FH, c'est-à-dire au paramètre p. L'ouverture de la parabole pour ce point LL′ est donc égale à 2 p si le paramètre double, cette ouverture va donc devenir quatre fois plus grande. On voit que l'ouverture d'un miroir va aller en croissant rapidement lorsque p augmentera.

Sur la figure 4, on a représenté des paraboles dont les paramètres sont respectivement égaux à 1, 2 et 3. Pour un même diamètre d'ouverture D correspondant à la parabole du paramètre I, on a un angle d'ouverture total α_0 de 180° ; on aura pour la parabole :

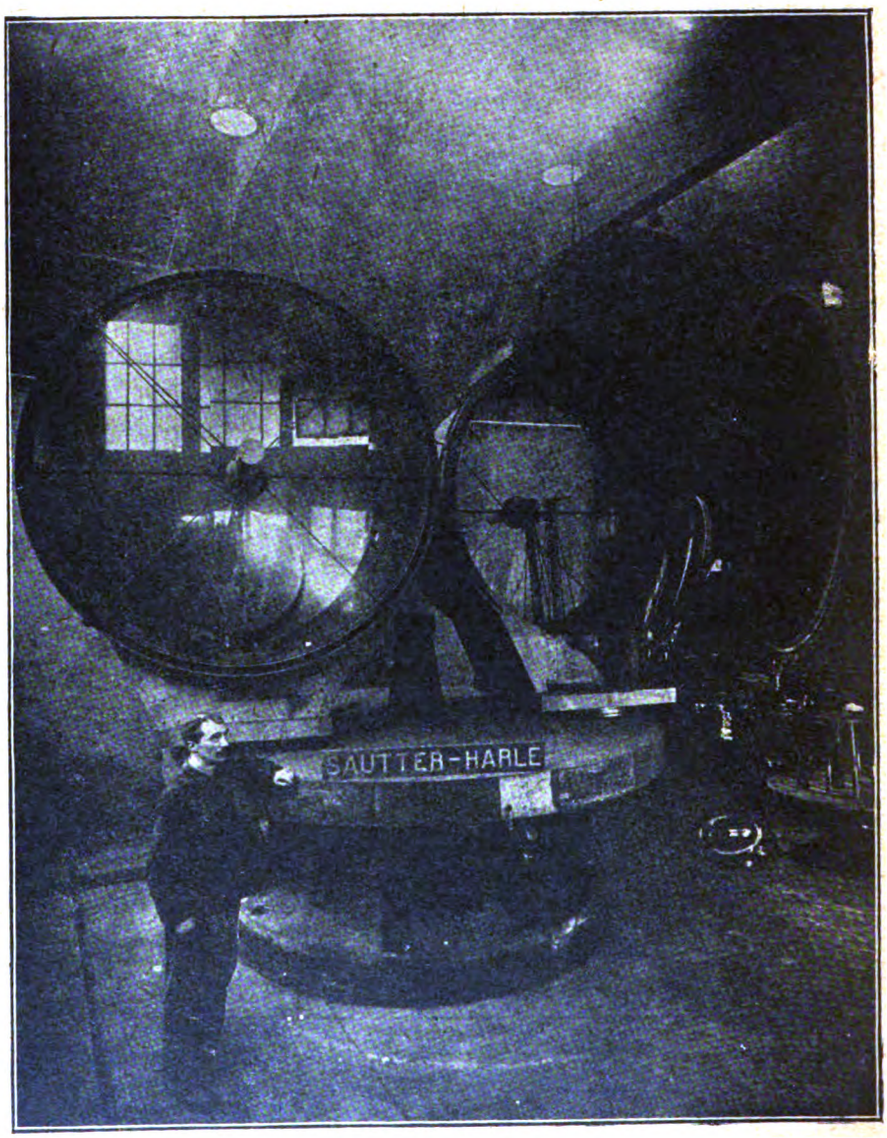
Du paramètre 2 une ouverture de α_1 de 106° ;

Du paramètre 3 une ouverture de α_2 de 94° ;

Du paramètre 4 une ouverture de α_3 de 56° ;

etc...

Il semble donc que si l'on veut, sans avoir des diamètres prohibitifs, utiliser une grande partie du flux lumineux d'une source placée au foyer, on doit employer une parabole de faible paramètre.



Toutes les propriétés que nous venons de donner ne s'appliquent naturellement qu'à une source théorique de dimensions nulles. Supposons que l'on ait, au contraire, une source sphérique de centre F et de rayon a. Chaque point de la parabole va recevoir des rayons lumineux situés sur un cône de révolution ayant ce point comme sommet et circons-

Digitized by Google

crit à la sphère lumieuse. La tangente de l'angle au sommet de ce cône α serait égale, si ρ est la longueur du rayon vecteur à

$$tg \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{\rho}$$

Ces rayons après réflexion seront répartis sur un autre cône de révolution ayant pour axe la parallèle à l'axe de la parabole passant par le point considéré et pour ouverture la même que celle du cône incident. On voit de suite, d'après la valeur donnée pour la tengente de l'angle au sommet, que l'ouverture du cône diminue à mesure que ρ augmente, c'est-à-dire, lorsque le point M s'éloigne du sommet. Il sera minimum pour le bord et maximum pour le sommet et il sera égal à α_0 $tg \frac{\alpha_0}{2} = \frac{2a}{p}$ Si l'on désire avoir un faisceau plus divergent, il faudra prendre des paraboles de grands paramètres utilisant un faible flux. La divergence maximum se diduira facilement des dimensions de la source et de la valeur de ρ. C'est cette solution que l'on a adoptée dans les phares à miroirs où l'on doit avoir un faisceau très peu divergent.

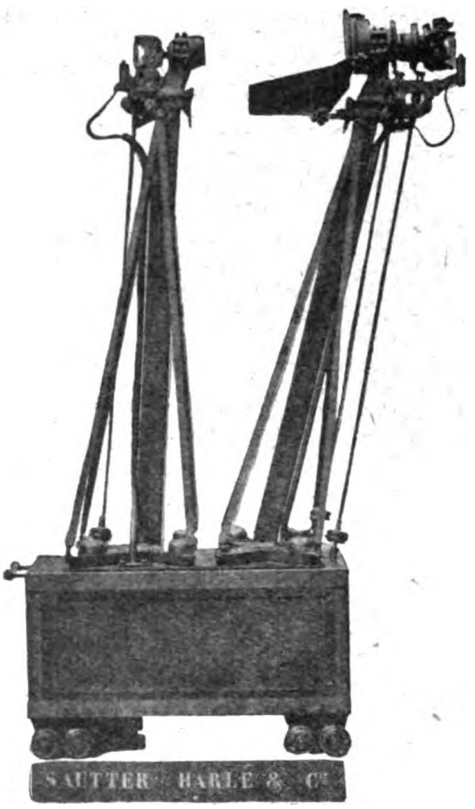
Les paraboles sont en bronze taillé à la machine et polis spéculairement. On les dore ensuite, l'or ayant un assez bon pouvoir réflecteur et s'altérant peu. Comme il est difficile de tailler des miroirs de très grandes dimensions, on les divise en plusieurs morceaux qui sont travaillés séparément, étudiés optiquement par la méthode du réseau puis assemblés. On obtient ainsi de très bons réflecteurs peu fragiles mais que l'on doit redorer de temps en temps. On n'emploie pas de parabole en verre argenté à cause de leur fragilité et aussi à cause de l'altération très rapide de l'argenture au bord de la mer.

Position des phares. — On admet le principe général de Dufresnel pour le balisage d'une côte, disposer les feux aux points principaux de façon que par temps moyen, un navigateur puisse toujours distinguer un phare. Il faut donc que les cercles limitant les zones d'actions se recoupent.

Une fois les points principaux signalés et reconnus, le marin pourra s'approcher des côtes où il sera guidé jusqu'à l'entrée du port par des feux de plus faible portée.

On voit la nécessité d'utiliser les appareils de puissance très variée.

Pour l'aviation, le problème se pose à peu près de la même façon. Il faut, tout d'abord, un balisage des principales routes aériennes, puis une signalisation des terrains d'atterrissage qui correspond au port pour les marins. Ici, encore, les feux jalonnant les routes aériennes doivent être tels qu'un pilote passant au-dessus de l'un d'eux voit le suivant. Malheureusement, si on est parvenu à se mettre d'accord pour les phares maritimes, il est loin d'en être de même pour l'aviation. Les systèmes proposés sont nombreux, phares très puissants, type Saint-Affrique et



Mont-Valérien placés à grande distance les uns des autres, phares moins puissants placés tous les 10 kilomètres à peu près, tubes au néon encore plus rapprochés les uns des autres; enfin, appareils d'éclairage mixtes très rapprochés (100 mètres maximum) et servant à la fois pour l'éclairage des routes et pour le balisage.

Propriétés des phares. — Comme nous le voyons, les deux propriétés principales d'un phare sont :

1° La portée;

2° L'apparence, c'est-à-dire la possibilité d'identifier le signal.

La portée est fonction de l'intensité émise, de la transparence de l'air, de la sensibilité de l'œil, c'est-à-dire de l'éclairement minimum auquel l'œil est sensible. Ceci n'est exact naturellement qu'à condition que rien ne vienne occulter le feu, par exemple, s'il est situé au bord de la mer et s'il n'est pas placé suffisamment haut, la courbure de la terre.

Ces trois quantités sont en général assez mal connues et il est souvent plus facile de mesurer la portée d'un phare que de la calculer.

Le calcul très délicat de l'intensité I comporte un grand nombre de paramètres difficiles à évaluer. La transparence de l'air varie d'un jour et même d'un moment à l'autre. Par temps très clair, un kilomètre d'air absorbe déjà 2 %. Pour un nombre n de kilomètres cette transparence sera égale à $(0.98)^n$, fonction exponentielle diminuant très vite quand n augmente. Par temps moyen, c'est-à-dire pour l'atmosphère régnant la moitié de l'année la transparence est de 0.90. Par temps brouillé, elle tombe à 0.8 et même à 0.6. Ceci en dehors du brouillard où il arrive qu'une source puissance ne soit même plus visible à 100 mètres.

La sensibilité minima de l'œil varie suivant les individus. On convient dans les calculs de prendre une moyenne, sur laquelle les auteurs ne sont d'ailleurs pas d'accord. Ils l'expriment comme l'intensité minima d'une source visible à 1 kilomètre de distance. Les chiffres donnés varient de 0.1 bougie à 0.3.

Si on appelle e cet éclairement minimum de la pupille, I l'intensité de la source, X la portée et A la transparence, ces quatre quantités sont liées par la relation :

$$l = I \frac{a^x}{x^2}$$

On voit que l'on a intérêt à ce que I soit le plus grand possible. On peut juger les progrès accomplis depuis un siècle dans la construction des phares par leur augmentation de puissance.

Le réflecteur parabolique de Cordouan donnait 2,400 bougies. Avec la première lentille dioptrique de Fresnel, on est passé à 61,000 et à 85,000 par l'adjonction d'anneaux catadioptriques. En 1900, un feu-éclair marchant à l'incandescence par la vapeur de pétrole donnait 250,000 bougies.

Digitized by Google

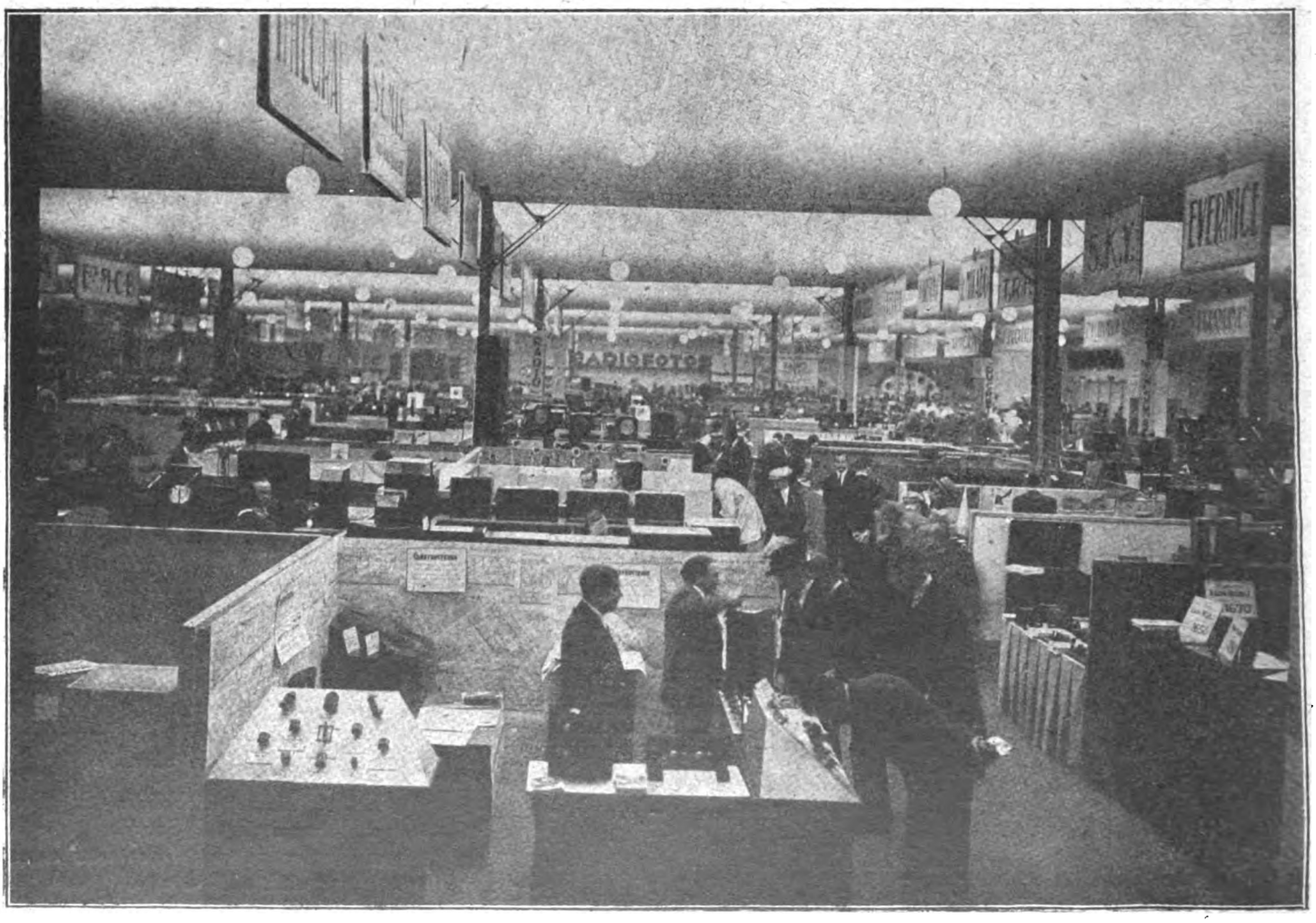
Avec les feux électriques on obtient encore beaucoup plus. Le feu de La Hève, en 1893, donnait 14,000,000 de bougies; celui d'Eckmul à optique double, 24,000,000. Actuellement, avec les réflecteurs on arrive à plusieurs centaines de millions de bougies.

Pour faire varier l'apparence, on agit soit sur l'intervalle des éclats, soit sur la couleur. Dans les anciens feux, on mélangeait très souvent les teintes. On avait par exemple, des mélanges de blanc, de rouge et de vert, ou seulement de blanc et de rouge. Actuellement les feux sont entièrement blancs ou colorés. On n'emploie plus d'ailleurs pour les feux importants que la lumière rouge, qui, malgré la grande absorption de la glace colorées, a une portée plus grande par temps brumeux que les feux blancs. Les rayons rouges sont, en effet, moins déviés que les rayons de plus courte longueur d'onde et porteront plus loin. Un feu blanc, à grande distance, apparaît rouge par temps de brouillard. Les verres verts utilisés actuellement par la marine absorbent les 7/8 du feu incident; de plus, par temps brumeux, ils perdent également leurs couleurs caractéristiques et apparaissent grisâtres. Ils ne sont plus employés que pour les petits feux d'entrées de ports.

Dans le prochain article, nous nous occuperons des projecteurs et plus spécialement des projecteurs d'automobiles. Cette question est très importante actuellement et une réglementation très sévère vient d'être édictée par le Ministère des Travaux Publics.

Paris, 18/9/30.

PAGES,
Ingénieur E. S. E



Vue générale du Salon de la T. S. F. qui a été inauguré le 26 Septembre, Boulevard Raspail, à Paris.

Digitized by Google

Quelques menues nouveautés en attendant les révélations du Salon

par E. PEPINSTER

L'ÉLECTRICITÉ, fée complaisante et éclectique, ne se prête pas seulement aux besognes importantes, telles que l'allumage du moteur, la mise en marche, l'éclairage de la voiture. Elle peut rendre à bord mille petits services et les automobilistes avisés ne se font point faute d'y recourir.

Elle remplace, notamment, l'allumette avec avantage. Il est toujours dangereux de faire jaillir une flamme à proximité d'un réservoir d'essence. En usant d'un allume-cigare électrique, on élimine tout danger.

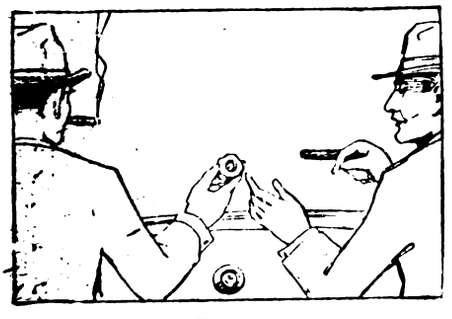


FIG. 1

Le plus récent des allume-cigares, qui est aussi le plus pratique, se présente sous la forme d'un bouton d'ébonite fixé à une embase solidaire de la planche de bord. Au fond de ce bouchon qui est creux, se trouve un enroulement de maillechort reposant sur une pastille de porcelaine.

Et voici comment cela fonctionne.

Au repos, aucun courant ne passe dans l'enroulement, qui reste froid et obscur.

Si l'on veut allumer une cigarette ou un cigare, on appuie sur le bouchon, qui comprime un ressort et vient au contact de la prise de courant. Lorsque l'on voit la pastille devenir incandescente, on attend quelques secondes, que l'incandescence se confirme et l'on retire le bouchon dont on peut facilement coiffer son cigare ou sa cigarette et que l'on peut aussi passer aux autres occupants de la voiture. Avec les anciens allume-cigares à poste fixe ou à fil, on ne jouissait pas de cette commodité. Il y a donc là un progrès. Le seul reproche que l'on pourrait adresser à l'allume-cigares Stewart est de ne pouvoir servir à l'allumage d'une pipe. Mais c'est là une particularité que les dames apprécieront.

∴

Dans un autre ordre d'idées, voici un dispositif également fort ingénieux et d'une incontestable utilité : c'est le témoin d'allumage H. Py. L'instrument est fixé à la planche de bord. Il affecte la forme d'une couronne en bakélite garnie de petites ampoules qui s'illuminent tour à tour quand le moteur tourne. Il s'agit, vous l'avez deviné, d'ampoules à gaz raréfié dont chacune est en contact avec une des bougies d'allumage du moteur.

Si d'aventure, l'une des bougies ne fonctionne pas, l'ampoule correspondante reste obscure et le conducteur, sans descendre de son siège est immédiatement renseigné.

Avec les multicylindres en vogue actuellement, il n'est pas toujours facile au conducteur de se rendre compte du non-fonctionnement d'un cylindre. On est ainsi exposé à rouler avec un moteur boiteux sur d'assez longues distances, avec seulement l'impression vague et pénible que cela ne tire pas.

Le témoin d'allumage y remédie.

Il renseigne également le conducteur sur l'arrêt du moteur, qui peut se produire à son insu. lorsqu'il se trouve immobilisé au milieu d'une file de voitures en attendant le signal de l'agent. Etant ainsi averti, il actionnera le démarreur avant la pédale de débrayage et évitera les réflexions peu amènes des autres conducteurs.

Il est commode également pour lle réglage du ralenti, en permettant de constater la régularité de marche du moteur.

∴

Le quartz fondu est un isolant parfait, qui n'est pas sujet à défaillances comme la porcelaine ou le mica, qui résiste aux chocs et se rie des températures les plus élevées. Il était tout indiqué pour l'application aux bougies d'allumage. Nous le trouvons sur les bougies Deco, où il donnera certainement toute satisfaction.

FIG. 2

⁂

Mentionnons pour finir, les accumulateurs Baroclem (Etablissements Barrault Clément) pour le fait que l'empâtage de leurs plaques est effectué en milieu acide selon la méthode américaine et non en milieu alcalin comme il est de coutume en Europe.

E. Pepinster

Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

Un véritable Super Hétérodyne pour toutes longueurs d'onde

Le poste « Toutes Ondes » fut sans doute la plus grande préoccupation des techniciens...

Aujourd'hui qu'il est trouvé, on peut dire que le plus étonnant n'est pas sa trouvaille, mais plutôt son extrême simplicité.

Ici pourrait prendre place une démonstration, un exposé de la question et même des questions connexes.

Nos lecteurs sont trop avertis sur ces sujets pour que nous les y entraînions.

Nous nous contenterons donc de rappeler que la réception de toutes les longueurs d'onde était obtenue naguère par l'emploi combiné de deux récepteurs : l'un à ondes très courtes et l'autre à ondes moyennes et longues.

Des solutions intermédiaires sont intervenues par la suite, telle le changement de fréquence sur une hétérodyne équipée par ailleurs pour détecter par la grille.

A citer aussi le *double changement de fréquence.*

Et une mention spéciale pour les appareils à amplification directe par lampes à écran.

Et des conjugaisons entre ces différentes méthodes, chaque combinaison a, bien entendu, des caractéristiques propres et même des propriétés originales.

La chose est si vraie que nous en retenons ici l'idée, nous réservant d'y revenir par la suite.

Mais tout cela n'empêche pas, qu'à l'heure actuelle, le moyen de recevoir toutes longueurs d'ondes sur un même appareil est strictement la suivante :

Strictement, autant que l'on s'impose une simplicité relative de montage, une facilité de réglage et aussi un prix de revient moyen.

Cette solution, disons-nous, consiste à utiliser un changeur de fréquence qui répond sur toute la gamme (O.T.C., O.C., M.O. et G.O.), grâce aux artifices suivants :

Le changement de fréquence est procuré par une lampe bigrille montée suivant le schéma de *Scott Taggart,* lequel est maintenant classique.

Le circuit d'hétérodyne est triple, de façon à pouvoir fonctionner en O.T.C. entre 10 et 100 mètres ; en O.C. de 150 à 600 mètres et en G.O. de 500 à 2.000 mètres.

Il n'y a pas de difficulté à cela, surtout si l'on peut assouplir le montage en accordant, soit la fraction de self grille, soit la fraction de self plaque.

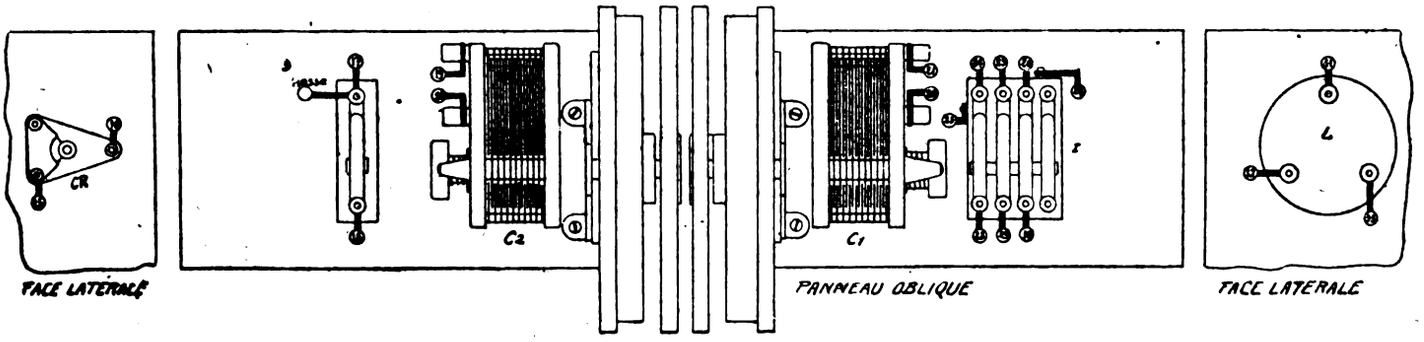
Le seul inconvénient auquel on se heurte est l'insuffisance du cadre qui apparaît de plus en plus au fur et à mesure que l'on descend la gamme.

Car si les effets inductifs croissent comme l'on sait avec la fréquence, il ne faut pas oublier non plus que l'on est obligé de diminuer les tours de fils, donc la surface collectrice.

Mais on y supplée facilement en prenant une petite self d'accord, bobinée sur air, laquelle est complétée par une petite antenne (10 mètres au maximum).

La question qui reste à résoudre n'est plus alors que celle d'un inverseur qui fera passer, suivant la gamme à recevoir, la grille de contrôle de la bigrille soit sur la self, soit sur le cadre.

En fait, on utilise un tripolaire dont la branche milieu (*b* sur le schéma) effectue le branchement cité plus haut.



Relevée, on travaille sur *cadre* et abaissée, sur la *self d'antenne,* notée *l.*

Celle-ci, afin d'explorer toute la gamme O.T.C., est à prises, l'antenne étant reliée suivant les cas en 1, 2 ou 3.

Il est alors nécessaire de déconnecter un fil du cadre afin qu'il ne vienne pas shunter la self d'accord.

Cette commutation est faite simplement à l'aide d'une clef inverseuse.

La première branche de l'inverseur *a* permet, en haut, d'accorder la totalité de la self hétérodyne et en bas seulement la fraction plaque.

Quant à la dernière lame C, elle applique à la bigrille une tension appropriée.

En haut, elle va à une prise + 40 ou si celle-ci n'existe pas, à une résistance shuntée réductrice de tension.

La première lampe M.F. est une lampe à écran, ce qui donne, comme l'on sait, une grande amplification en volts.

Digitized by Google

La seconde lampe M.F. est ordinaire, de même que la détectrice. Celle-ci travaille par la grille avec couplage réactif entre elle et la deuxième grille M.F.

Une bobine de choc est insérée dans la plaque avec prise milieu électro-statique.

La dernière lampe est enfin une trigrille qui permet d'obtenir de grosses puissances

Comparé à un montage à lampes ordinaires, on voit que cet appareil correspond à un montage à huit lampes.

En effet, la bigrille vaut une détectrice et une hétérodyne. La M. F. à écran vaut à son tour deux lampes ordinaires, de même que la trigrille B.F.

Si l'on ajoute à ces équivalences, les deux lampes 2M.F. et D., on voit que l'on a bien un appareil correspondant à huit lampes.

— h. t. réunis ; 5 au + 4 et 6 au — polarisation.

Les autres bornes sont : 7 et 8 bornes de cadre ; 9 et 10 d'antenne et terre.

Dans la position de montage, c'est-à-dire la platine retournée, on obtient un assemblage *en chaise* qui porte un certain nombre de douilles de connexion.

Il faut se procurer d'autre part une ébénisterie oblique Radio-Source que l'on équipera de la façon suivante. La partie oblique recevra un blindage d'aluminium et traversant ce dernier et le bois, un condensateur double à tambour.

Les deux commutateurs seront placés à droite et à gauche comme le montre le dessin.

On fixe ensuite à droite et à gauche

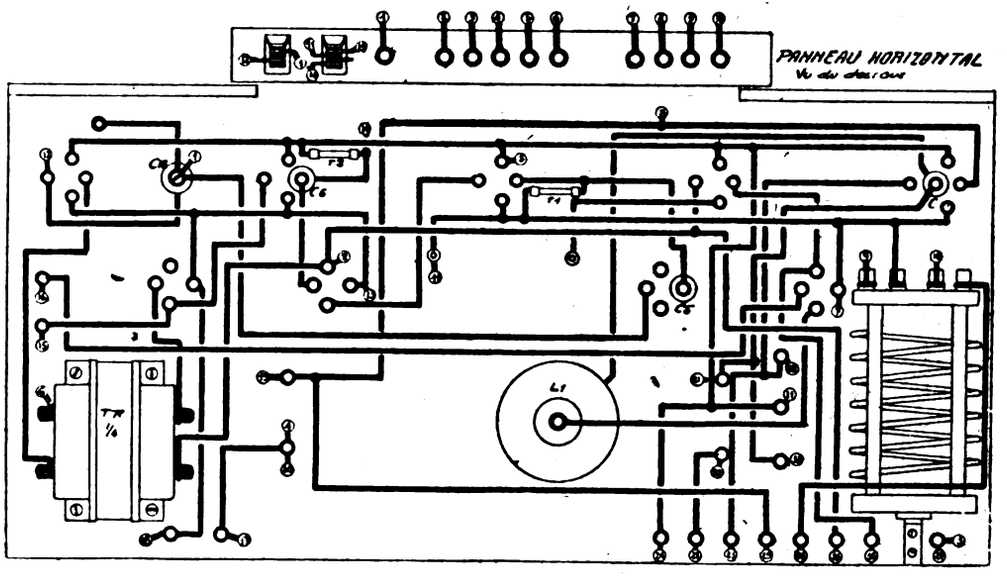
Matériel nécessaire

Il faut, pour réaliser notre montage superhétérodyne pour toutes longueurs d'onde :

1 oscillatrice en Hartley Radio-Source (T.P.O.-P.O.-M.O. et G.O.) ;

1 jeu de deux condensateurs à tambour de 0,5/1.000 ;

1 inverseur tripolaire ;
1 inverseur unipolaire ;
1 condensateur (écran) ;
1 jack 2 lames ;
1 jack 3 lames ;
1 transformateur B.F. 1/4 Cléba ;
1 bobine de choc spéciale ;
1 filtre M.F. Hartley ;
1 moyenne fréquence ;
1 self d'accord T.P.O. ;



Et tout ceci sans préjudice de la réception désormais possible de toutes les longueurs d'ondes sur un seul appareil.

Réalisation

Notre plan de montage indique la façon de procéder.

Une platine d'ébonite reçoit les douilles formant les supports de lampes, de transformateurs et les différents organes de liaison.

Cette platine est surélevée avec, à l'arrière, une plaquette d'ébonite supplémentaire portant les jacks et prises suivantes :

a) le jack du h.-p. ; *b*) le jack du pick-up.

Les numéros de 1 à 10 correspondent respectivement à :

1 au + h. t. (120 volts ; 2 au + 80 volts ; 3 au + 40 ; — 4 au — 4 et

sur les faces latérales de l'ébénisterie, l'oscillation (notée L) et le condensateur de réaction (noté CR).

On fait partir ensuite du panneau oblique et des faces latérales du coffret autant de fils qu'il y a de numéros.

Ces fils sont terminés par des fiches qui s'enfoncent dans les douilles de même nom du panneau horizontal.

Montage pratique

Le panneau oblique étant équipé avec le condensateur-tambour, les parties latérales de l'ébénisterie portant l'oscillatrice et le condensateur de réaction, il ne reste plus qu'à préparer le châssis.

Celui-ci est simplement déposé dans le fond de l'ébénisterie et relié finalement avec les organes d'accord, de réaction et d'hétérodyne au moyen des fils, prises et douilles comme il est indiqué plus haut.

1 self de choc T.P.O.-P.O.-M.O. et G.O. ;
10 douilles de 4, type T.M. ;
1 fiche banane ;
3 équerres laiton, 4 trous ;
3 équerres alumin. petit modèle ;
28 vis à métaux fraisées et écrous ;
2 condensateurs Véritable Alter de C : 0,30/1.000 ;
1 condensateur Véritable Alter de C : 0,25/1.000 ;
1 condensateur Véritable Alter de C : 4/1.000 ;
2 résistances de 3 mégohms Véritable Alter ;
56 douilles fendues ;
19 fiches de 3 mm. ;
10 cosses de 6 mm. ;
1 platine ébonite de 420x205x6 ;
1 platine ébonite de 65x420x6 ;
1 ébénisterie oblique Radio-Source.

Digitized by Google

Lampes à utiliser
(Voir tableau ci-dessous)
Résultats obtenus

Nous ne pensons pas utile de donner ici des listes de postes entendus.

Néanmoins nous pouvons déclarer avoir reçu les principaux postes européens dans la même soirée avec une pureté et une sélectivité remarquables. Également, de nombreux postes lointains sur ondes courtes, ces derniers avec une grande facilité de réglage.

Nous sommes heureux, enfin, de signaler à nos lecteurs, que cet appareil est réalisé commercialement par les *Etablissements* RADIO-SOURCE, *82, avenue Parmentier, à Paris.*

...Et aussi que la même maison met en vente toutes les pièces détachées, courantes et spéciales, pour la réalisation du même appareil.

C'est ce qui lui permet, en particulier, de garantir le succès du montage, autant qu'il est exécuté avec son matériel.

Elle peut enfin fournir par quantités aux constructeurs et revendeurs qui veulent construire eux-mêmes.

Ceci dit, et sans autre but que renseigner le lecteur sur les tendances actuelles de la construction, nous croyons pouvoir terminer en affirmant à nouveau que notre Super-hétérodyne pour toutes longueurs d'onde est certainement le plus actuel que l'on puisse concevoir.

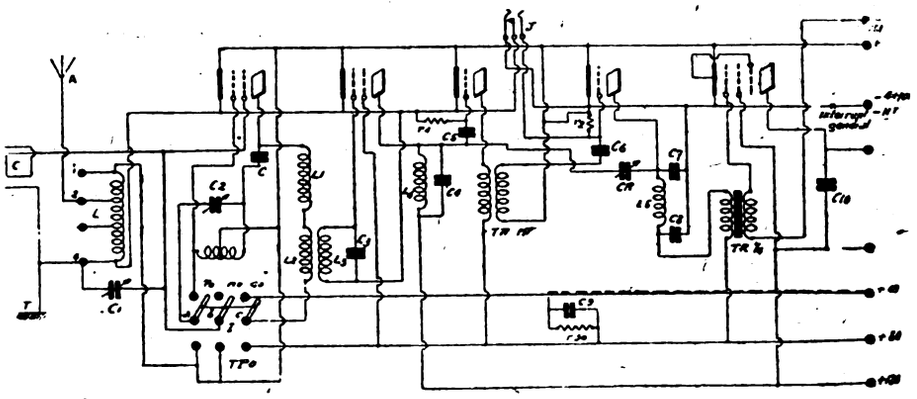


Tableau des lampes à utiliser

	Bigrille	M.F. 1 (écran)	M.F. 2	D	Finale
Fotos.	MX 40	C 150	C 25	D 15	D 100
Gecovalve.	BG 4	S 410	L 410	L 410	PT 425
Radiotechnique . .	R 43	R 81	R 75 M	R 75 D	R 79
Philips.	A 441 N	A 442	A 409	A 415	B 443
Métal.	DZ 1	DZ 2	DZ 908	DZ 908	DX 3

Secteurs ou accumulateurs ?
Ou pourquoi je garde mes accus

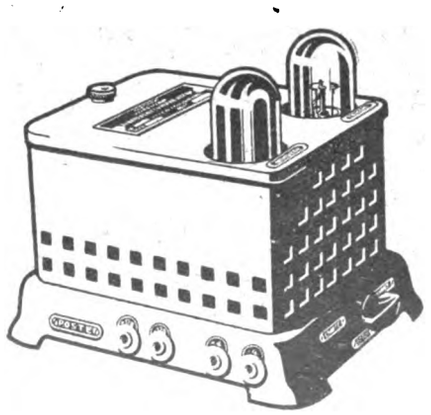
La mode est incontestablement au poste secteur et quoi de plus légitime et de plus désirable ?

Alors que tous les appareils électriques dont nous nous servons journellement fonctionnent sur une simple prise de courant, pourquoi nous priverions-nous de la même facilité pour les postes de T. S. F. ?

N'est-ce pas l'idéal aussi bien pour le débutant, amateur de simplicité, que pour le sans-filiste chevronné, victime des batteries capricieuses.

D'ailleurs, pourquoi le nier ? Le poste secteur convenablement établi et branché sur un secteur digne de ce nom donne des auditions aussi parfaites qu'un poste alimenté par batteries. Alors, semble-t-il, la question ne se pose même pas et notre point d'interrogation liminaire paraît superflu.

Cependant, tâchons de voir la chose d'un peu plus près. Avant d'enterrer définitivement les accus, demandons-



nous pourquoi ils sont si souvent maudits, s'ils sont réellement coupables ou bien victimes d'une erreur judiciaire.

Et d'abord distinguons. L'accu de 4 volts a peu ou pas de détracteurs. Robuste, facile à entretenir, il fait rarement parler de lui et serait-il seul de son espèce que la balance pencherait manifestement en sa faveur.

Mais son frère aîné, l'accu de 80 ou 120 volts, est évidemment d'un caractère plus difficile. Assez encombrant, muni le plus souvent de multiples bouchons qu'il faudra successivement enlever et remettre pour ajouter de l'eau, opération inévitable de temps à autre et si simple en principe, il est incontestablement d'un maniement un peu délicat.

En outre, si l'accu 4 volts manifeste son état de décharge en empêchant toute audition, l'accu 120 volts permet le fonctionnement du poste alors qu'il est en état de décharge avancée et déjà dangereusement blessé.

Digitized by Google

De ce fait, il risque d'être insuffisamment entretenu, et en outre le grand nombre d'éléments est une cause de fragilité.

C'est pourquoi de nombreux sans-filistes peu patients et avares de leurs soins soupirent-ils après la solution secteur qu'ils considèrent comme la panacée universelle.

De son côté cependant, en toute impartialité, tout n'est pas au mieux.

Admettons même que le poste soit parfaitement établi, ce qui évidemment n'est pas toujours le cas, la compression du prix de revient étant ici comme ailleurs, et peut-être davantage, une préoccupation sérieuse du constructeur.

Le poste est tributaire du secteur — il vit de sa vie — en subit les maladies, les parasites et les interruptions courtes et prolongées (ces dernières même parfois systématiques les dimanches ou jours fériés dans certains secteurs ruraux).

Les conséquences en sont inégales — parfois simples troubles d'audition — quelquefois hécatombe de lampes en cas de surtensions dangereuses et partant — catastrophe pour le sans-filiste et son budget.

Alors, direz-vous, si de toutes parts ce ne sont qu'ennuis, expériences désastreuses, à quel saint le sans-filiste devra-t-il se vouer s'il désire néanmoins persévérer ?

La solution en vérité est simple. Si les accus donnent des ennuis, c'est défaut d'entretien et ceci parce que l'entretien est fastidieux. Donc, simplifions cet entretien en le réduisant au minimum, de préférence au moyen d'un rechargeur alimentant automatiquement les batteries à poste fixe 4 et 120 volts et les rechargeant en même temps — d'où entretien constant sans effort, de la batterie 120 volts et, par conséquent, service irréprochable de cette dernière.

Mais ne demandons pas aux batteries plus qu'elles ne peuvent donner raisonnablement. Si donc nous désirons des tensions supérieures à 120 volts, 160 volts et même plus avec de forts débits pour les lampes de puissance, alimentons cette partie du poste par le secteur en réservant les accumulateurs pour la haute, la moyenne fréquence et la détection.

Pour cet usage, une tension de 80 volts sera en général suffisante d'où réduction de l'encombrement et entretien facile en raison du nombre réduit d'éléments.

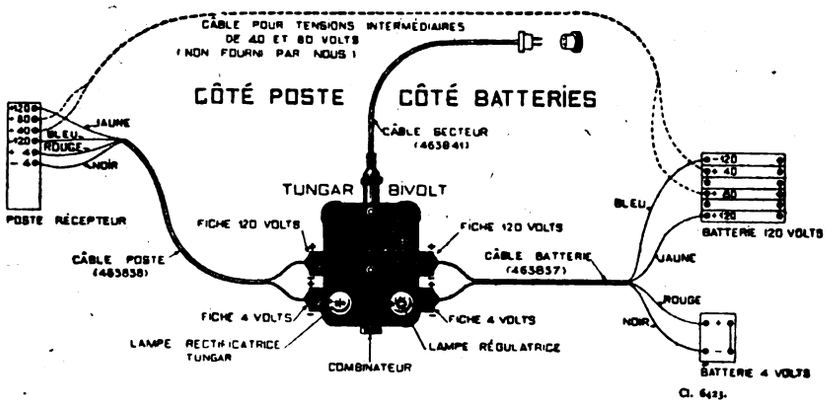
Cette solution a d'ailleurs l'avantage de ne demander au secteur qu'un courant dont le filtrage n'a pas besoin d'être extrêmement poussé comme c'est le cas pour les étages réservés aux accus.

En cas de panne de secteur, il est en outre possible, avec un poste ainsi constitué, de fonctionner sur accus, à puissance réduite, au besoin avec un haut-parleur électromagnétique si l'on conserve l'alimentation par accus à la première lampe B.F.

En résumé, la solution idéale est l'alimentation mixte : accus 40-80 volts pour la haute et moyenne fréquence et la détection, secteur pour les lampes de puissance.

Pour des postes de puissance plus modeste, la solution la meilleure reste l'alimentation par accus entretenus automatiquement (comme dans le premier cas d'ailleurs), les batteries basse et haute tension étant rechargées simultanément et à poste fixe.

Conservons donc nos accumulateurs, mais entretenons-les automatiquement sans qu'il nous en coûte soins fastidieux ni dérangement, et utilisons-les rationnellement en appelant au besoin le secteur au secours, si leurs limites d'emploi pratique risquent d'être dépassées.



DÉTAILS DES CONNEXIONS A RÉALISER

ENTRE LE POSTE RÉCEPTEUR ET LES BATTERIES, A L'AIDE DU TUNGAR BIVOLT.

SALON DE LA T. S. F. 1930

Parmi les nouveautés de la Maison CHABOT, Marque « DYNA », on remarque tout un matériel spécialement conçu pour l'émission et la réception des ondes ultra-courtes.

Notons parmi ces accessoires :

La SELF DE CHOC « OCEDYNE » pour les ondes de 10 à 100 mètres.

Celle-ci est constituée par un enroulement cylindrique à spires non jointives, placées sur un mandrin en ébonite. Sa capacité infime et son champ réduit lui assurent un très grand rendement.

Les SELFS POUR ÉMISSION ET RÉCEPTION.

Ces dernières sont à retenir, tant au point de vue présentation que disposition, assurant un rendement extrêmement élevé dans les montages où elles sont employées.

Nous signalerons également toute une série de pièces en quartz pour la confection des appareils ondes courtes. On sait en effet que le quartz est l'isolant le meilleur pour les courants de haute fréquence. Avec les pièces que nous venons de mentionner sont réalisés quelques appareils O. T. C. dans lesquels on reconnaît, de toute évidence, la compétence des Etalbissements DYNA dans cette partie.

A côté de ce rayon, nous trouvons toute une série de pièces spécialement étudiées et mises au point pour la réalisation d'un POSTE SECTEUR, très sélectif et très puissant.

La particularité des accessoires employés dans cet appareil permet d'obtenir du premier coup une reproduction remarquable.

Digitized by Google

Nous signalerons ensuite quelques réalisations très heureuses :

Le SUPPORT DE LAMPE type « SECTEUR » qui, par son intérêt, séra sans nul doute adopté par beaucoup de constructeurs.

Egalement toute une gamme de RÉSISTANCES BOBINÉES, selfiques et non selfiques. Ces pièces sont réalisées suivant les lois de la bonne construction, c'est-à-dire très simples et très robustes.

Le CONDENSATEUR « FIXO », bien connu non seulement des amateurs mais aussi des constructeurs, a été entièrement revu. Sa présentation dans un boîtier en bakélite de forme très agréable, son étalonnage très rigoureux (garanti à 1/100 de sa capacité) en font un élément indispensable à la réalisation de bons appareils.

Dans le rayon « OUTILLAGE », nous avons trouvé un FER A SOUDER dont la présentation ne laisse absolument rien à désirer. La facilité de démontage des différentes pièces qui le constituent, ainsi que les dimensions et le pooids réduits de ce fer, font de lui un outil indispensable pour le montage à l'atelier.

Enfin, pour terminer, nous parlerons d'un appareil tout à fait nouveau : le « VERSO ».

Cet appareil est des plus utiles pour l'entretien des batteries d'accumulateurs de 4 et 80 volts. Il permet le remplissage de ces éléments sans aucun risque d'épancher au dehors des éléments l'eau ou l'acide.

Le « VERSO », constitué par un tube en ébonite percé au centre de deux ouvertures, ne comporte aucun organe mobile. Il est pour ainsi dire inusable. C'est à notre avis une des réalisations les plus heureuses dans l'outillage créé pour l'entretien des accumulateurs.

Dans l'ensemble, la production des Etablissements DYNA au cours de l'année 1930 est des plus importantes et des mieux réussies.

Au stand de la Pile HYDRA

Une bonne note à la *Pile* HYDRA pour le soin avec lequel elle étudie la présentation de ses Stands. Celui du Salon de cette année, à la fois élégant et sobre, bénéficie d'une décoration lumineuse qui, entre autres avantages, le signale du premier coup à l'attention des visiteurs.

Pour ne se manifester que dans des boîtes de différents formats, il ne faudrait pas en conclure que l'industrie de la pile ne soit pas en perpétuelle évolution. La *Pile* HYDRA continue à montrer la voie du progrès en nous présentant, à côté des types courants, destinés à la tension plaque, une série de batteries de 130 volts, pour répondre aux exigences de la technique moderne qui nécessite des tensions de plus en plus élevées. Signalons une série de batteries de 120 volts destinées à l'ali-

Up comprend des unités très intéressantes. Nous citerons particulièrement mentation de certaines lampes spéciales.

Tous ces modèles ont été créés pour toutes les capacités habituelles de 10, 15, 20 et 30 milliampères. La *Pile* HYDRA nous prie de rappeler à ce propos que l'on ne saurait trop recommander aux amateurs soucieux d'obtenir à la fois des auditions économiques et pures, d'employer toujours des batteries d'une capacité légèrement supérieure à celle qui correspond au débit de l'ensemble de leurs lampes.

En ce qui concerne les batteries de polarisation qui sont à l'ordre du jour et dont on ne saurait trop exagérer l'importance, la *Pile* HYDRA a mis à la disposition des usagers, une série de modèles de 1,5 volts à 40 volts qui correspond à tous les besoins.

Le choix des piles étant un des facteurs les plus importants d'une bonne audition, nos lecteurs trouveront au Stand de la *Pile* HYDRA, des ingénieurs spécialisés qui se mettront à leur disposition pour leur fournir tous les renseignements dont ils pourraient avoir besoin à cet égard.

Pour ceux qui ne pourraient se rendre au Salon, rappelons que le Service des renseignements techniques de la *Pile* HYDRA, 165, rue du Président-wilson, à Levallois-Perret, envoie gratuitement sur demande un questionnaire détaillé que l'amateur n'a qu'à remplir avec soin et retourner à la *Pile* HYDRA pour recevoir les renseignements désirés.

RADIOFOTOS

Au stand imposant de cette grande firme française outre les lampes à faible consommation dont la réputation n'est plus à faire, les valvgaz pour la recharge des accumulateurs, les valves de redressement pour tension anodique, les compas d'émission de toutes puissances, notre attention a été particulièrement attirée par les nouvelles lampes RADIOFOTOS secteur de la série 4 volts.

Cette série comprend des lampes à chauffage indirect des filaments sur le secteur alternatif. Ce sont la bigrille RADIOFOTOS S. M. 4, la lampe à écran de grille S. 4150, une lampe pour haute ou moyenne fréquence S. 440, une lampe spéciale détectrice, la S. 415.

La série est complétée par des lampes à chauffage direct D. 9, D. 100, D. 5 trigrille, F. 10, F. 5, F. 100 trigrille. Nous insisterons particulièrement sur la RADIOFOTOS F. 10, lampe basse fréquence pouvant fournir une puissance dissipable de 8 watts. Elle est recommandée comme seul étage basse fréquence et donne une audition suffisamment puissante et parfaitement pure. Sa pente est de 5,5 m.-a. par volt.

Les F. 10, F. 5, F. 100 trouvent aussi leur emploi comme lampe Pick-Up. La série des lampes RADIOFOTOS Pick-la P. 10, puissance dissipée 10 watts à 250 volts plaque.

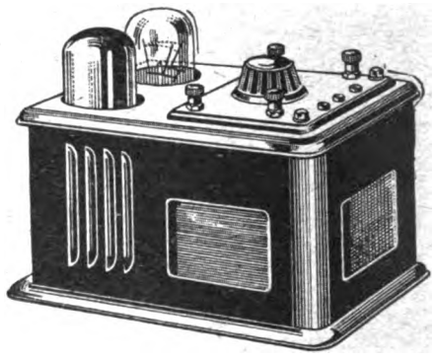
La Société des Lampes FOTOS fabrique encore des cellules photoélectriques de différentes natures. Comme attraction on trouvait à ce stand un groom qui intriguait de nombreux visiteurs. Etant actionné par un dispositif utilisant précisément ces cellules, le groom vous saluait lorsque vous veniez à passer devant lui.

Stand RIBET-DESJARDINS (Unic)

Les Etablissements RIBET et DESJARDINS présentent une fabrication « UNIC » de premier ordre et du plus grand intérêt.

La plupart des anciennes pièces détachées ont été modifiées et la nouvelle production comporte tous les perfectionnements et les améliorations acquises par dix ans d'expérience.

Les Etablissements RIBET et DESJARDINS ont étudié tout particulièrement la question à l'ordre du jour, de l'alimentation par le secteur. Ils ont réalisé, avec leur souci habituel de la qualité et du rendement, un matériel



Le chargeur d'accus Ribet et Desjardins.

très complet d'accessoires, pour l'équipement des postes fonctionnant directement sur le secteur, et des amplificateurs phonographiques, ainsi que de très intéressants appareils de tension anodique.

Nous ne pouvons malheureusement pas dans ces quelques lignes donner en détail toutes les intéressantes nouveautés qui sont présentées par les Etablissements RIBET et DESJARDINS, mais il faut voir le stand de cette maison, et demander son catalogue avec notices et plans qu'elle vous enverra gratuitement.

RIBET et DESJARDINS, 10, rue Violet, à *Paris*.

Digitized by Google

Stand MÉTAL-MAZDA-RADIO

La Compagnie des Lampes expose au Stand METAL-MAZDA-RADIO ses divers types de lampes d'émission et de réception.

Le Service d'information technique, institué il y a de nombreux mois fonctionne toujours à l'entière satisfaction des amateurs qui peuvent ainsi obtenir tous les renseignements désirables.

Les lampes de réception METAL-MAZDA à filament à oxyde sont parmi les plus modernes et les plus au point du marché européen.

Deux séries complètes de ces lampes fonctionnant avec accumulateurs) permettant l'équipement rationnel de n importe quel récepteur :

a) Les lampes de la série à 4 volts, de tension de chauffage ;
b) Les lampes de la série à 2 volts, de tension de chauffage.

Dans chacune de ces séries se trouvent les lampes spéciales :
— Bigrille, spécialement étudiée pour les changeurs de fréquence à lampe bigrille.
— Lampe à grille-écran destinée à l'amplification haute-fréquence.
— Trigrille de puissance pour amplification basse-fréquence.

A côté de ces tubes, nous remarquons les lampes spécialement détectrices, les tubes pour amplification haute-fréquence (à faible capacité interne D. Z. 3529), pour amplification moyenne et basse fréquence.

Signalons pour ce dernier usage, la lampe D. W. 702, dont la pente élevée de la caractéristique 3,2 Ma/V permet des auditions puissantes et d'une pureté remarquable.

A côté de ces lampes, la METAL-MAZDA expose ses lampes de réception à chauffage indirect qui permettent l'alimentation des récepteurs par le secteur d'éclairage.

Ces lampes à cathode chauffée indirectement contiennent une ctahode métallique recouvrant un cylindre de matière isolante et réfractaire et recouverte elle-même d'un oxyde émettant une grande quantité d'électrons à une température relativement basse. Cette cathode se trouve chauffée indirectement par un filament alimenté directement par le secteur sous une tension de 2 ou de 4 volts et qui passe à l'intérieur du cylindre en matière isolante.

Des lampes spéciales pour chaque étage d'amplification se trouvent dans ces deux séries de lampes à chauffage indirect :

— lampes à grille-écran pour amplification haute-fréquence ;

— lampes détectrices à haut rendement ;

— bigrilles pour changement de fréquence ;

— triodes pour amplification haute, moyenne et basse-fréquence.

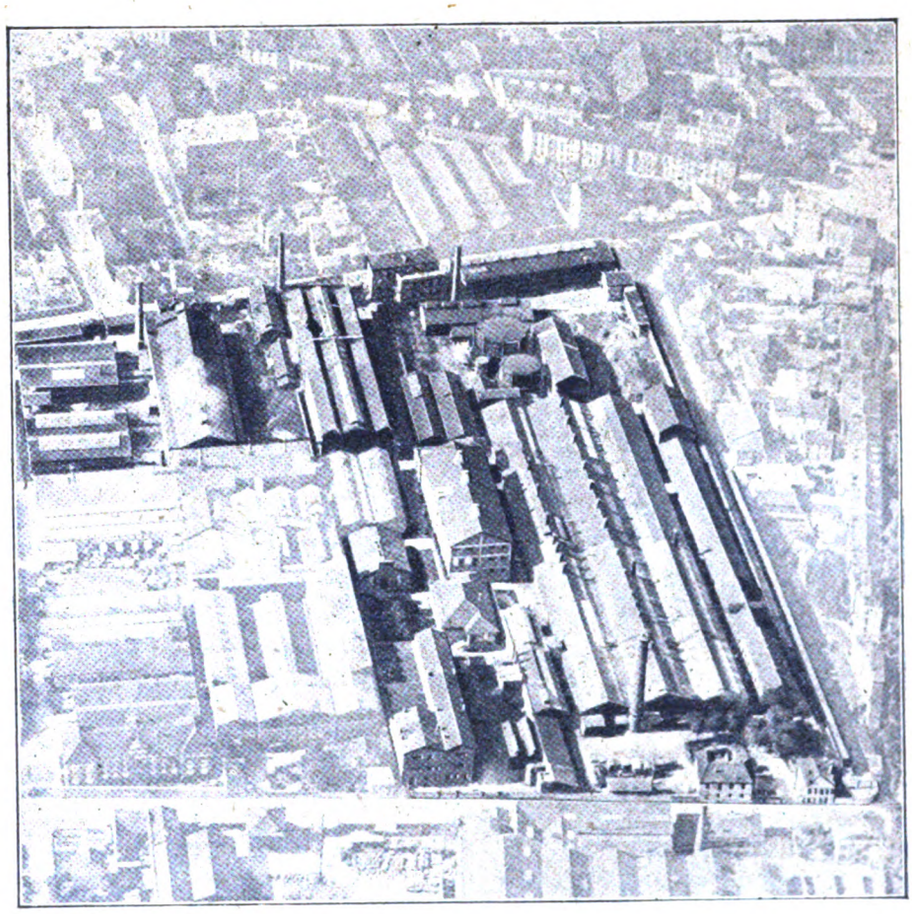
A côté de ses lampes de réception, la METAL-MAZDA expose ses lampes spéciales pour l'amplification de forte puissance (cinéma parlant, amplificateurs phonographiques). Nous citerons dans cette série les tubes à filament thorié : C.L. 1257, E. 20, E. 100, et les nouvelles lampes à filament à oxyde à haut rendement D. W. 302, G. W. 402.

En plus de ces diverses lampes, la METAL-MAZDA expose un grand nombre de lampes d'émission.

En dehors de ses types classiques, elle a créé des tubes spéciaux pour les ondes courtes et des tubes à filament thorié pour fonctionner à faible tension plaque. D'autre part, elle a mis au point des lampes à anode refroidie dont la puissance va de 4 à 20 kilowatts.

Des types divers de kénotrons sont destinés à assurer le refroidissement du courant alternatif pour permettre l'alimentation anodique des divers types de lampes d'émission, d'amplification de puissance, et de réception.

Ce Salon marque, comme les précédents, de la part de la Compagnie des Lampes METAL-MAZDA un effort vigoureux pour rester à la tête de la production française des tubes de T. S. F.



UNE USINE DE LA COMPAGNIE DES LAMPES. A IVRY.

Digitized by Google

LE VIIe SALON DE LA T.S.F.

EXPOSITION INTERNATIONALE

Le point essentiel que l'exposé de celui de Parès fait ressortir est le manque d'audition de radio...

On lira ci-contre le compte rendu des Salons de Vienne et de Berlin.

Le Disque est roi... Vive le disque !

DÈS le début de Septembre, les Parisiens ont pu voir, dans les panneaux publicitaires et dans les journaux, l'affiche d'un style très moderne, comme il convient à la plus extraordinaire et à la plus populaire des manifestations récentes de l'Electricité, annonçant l'ouverture prochaine du 7e Salon de la T. S. F., à Paris, 233, boulevard Raspail. Quoique cela paraisse étonnant cette adresse était bien exacte. Rompant avec la tradition et s'évadant de la tutelle du Salon-de l'Automobile, la T. S. F. abandonnait les verrières du Grand Palais trop style 1889 à son goût et venait chercher abri parmi les poètes d'avant-garde et les artistes néo-montparnassiens.

C'est dans une construction neuve, à l'allure de garage, tout de blanc revêtue que le 7e Salon de la T. S. F. tient ses assises. Passé la porte d'entrée on a l'impression d'avoir pénétré dans le temple d'une divinité inflexible inspirant la terreur, tout est calme et silence,c'est à voix basse que ses prêtres officient et que les fidèles accomplissent les rites. Aussi étrange que cela puisse paraître le Salon de la T. S. F. est muet et pourtant pour beaucoup de visiteurs un appareil radio aussi perfectionné semble-t-il perdre de son prestige et de son intérêt lorsque l'on ne l'entend pas. Nombre d'exposants ont installé dans les environs plus ou moins loin du Salon, des salles d'auditions mais c'est un nouveau déplacement à ajouter à l'expédition nécessaire pour venir voir et comparer les nouveautés de l'année. Je crois qu'il serait bon de prévoir à l'avenir dans l'enceinte même du Salon, des cabines d'audition bien étanches où l'on pourrait voir à l'œuvre les modèles présentés alors que les explications techniques sont encore toutes fraîches dans l'esprit, cela ne détruirait pas l'ambiance du Salon, ne crierait pas la cacophonie pareille à celle de certain hall de la Foire de Paris et puis aussi permettrait la détente de l'esprit, ce qui est indispensable dans une exposition où il faut tout de même faire travailler ses méninges.

Les mots Exposition Internationale ont dû ravir d'aise bien des Locarnistes, hélas ici comme en toutes choses, il y a loin du rêve à la réalité. Les exposants étrangers sont rares, très rares. L'Amérique seule a un certain nombre d'appareils présentés. Les constructeurs allemands et anglais ont décliné l'invitation sous des prétextes divers. En somme, il paraît que la T.S.F. qui est peut-être parmi les applications de la science, celle pour laquelle la notion de frontières politiques est la plus absurde soit actuellement le refuge des sentiments naturalistes. Evidemment la crise économique est plus sensible en Angleterre et en Allemagne que chez nous, mais notre doulce France n'aurait pas dû se montrer aussi désireuse de réciprocité et accepter toutes les bonnes volontés sans exiger le droit d'exposer à l'étranger. Je ne crois pas que les affaires des industriels et commerçants français eussent été touchées et cela aurait certainement fait plaisir à beaucoup, de voir de près certains appareils que l'éloignement rend toujours meilleurs.

Voyons maintenant ce que nous présente le 7e Salon de la T. S. F. Je crois que l'on peut dire que ce Salon s'est ouvert sous le signe de la vulgarisation, dans le sens le plus élevé du mot. Les constructeurs ont été guidés par l'idée de présenter des appareils d'une mise en œuvre facile, à la portée des amateurs de concerts qui ne sont pas toujours ce que l'on a l'habitude d'appeler des amateurs de T. S. F. Il faut ajouter qu'ils sont arrivés à présenter sous un encombrement minimum, des postes très complets et bien organisés ne nécessitant que des opérations élémentaires. Les ébénisteries sont variées, des lignes sobres et des bois modestes pour les récepteurs à 3 lampes du prix le plus beau, des bois rares, parfois enjolivés d'incrustations pour les postes de luxe. La grande majorité est à alimentation directe sur le secteur avec les accessoires indispensables pour atténuer d'une façon suffisante les incartades aussi subites que fréquentes et nuisibles pour les lampes de ce père nourricier. La tendance est nettement marquée pour 5 et 6 lampes, certains vont jusqu'à onze.

Haut-parleurs, électro-dynamiques et lampes continuent à être étudiés de près, des améliorations sont apportées dans le fini de la technique.

Dans l'ensemble, pas de nouveauté faisant sensation. Les postes portatifs sont peut-être plus nombreux qu'auparavant, ici l'ennemi c'est le poids, on est arrivé à quelques bons modèles pas trop lourds. Désormais le sans-filiste impénitent peut partir en voyage avec son appareil sans être à la merci du plus ou moins bon poste de l'hôtel où il descendra ; il pourra même par beau temps s'arrêter de voiture et étendu sur l'herbe recevoir ses concerts familiers ou les dernières informations.

Il n'y a d'ailleurs pas que sous cette forme que l'on rencontre des postes à batteries de piles, toute une série de postes fixes aussi bien soignés techniquement sont présentés à ceux qui, par préférence ou par obligation ne peuvent avoir l'alimentation directe. Au point de vue rendement ceux-ci valent ceux-là.

Digitized by Google

L'amplification électrique des disques de phono a fait du chemin et nombreux sont les appareils à deux fins permettant lorsque les émissions ne vous donnent pas satisfaction, d'entendre vos airs préférés.

Les phonos et leurs accessoires sont représentés par des spécimens de bon aloi.

Le Belinographe est présent au Salon mais pas un seul appareil de Télévision, serait-ce que l'on se désintéresse ici de cette nouvelle application qui a fait de grands progrès ces derniers temps à l'étranger ou bien attend-on plutôt que la question soit mieux au point pour la révéler au grand public ? Je crois qu'en l'état actuel de la chose, il serait opportun de s'atteler d'arrache-pied au problème et de faire des démonstrations afin d'intéresser les amateurs qui, bien souvent ont à force de patience, trouvé des dispositions ingénieuses permettant par la suite des progrès rapides.

Je mentionne enfin pour terminer cette vue d'ensemble, la présentation d'un élément de carrosserie automobile comportant un poste récepteur fixe, mais là plus encore que pour les postes fixes j'aurais aimé voir une démonstration sur une voiture en pneus et en moteur pour me rendre compte. Peut-être que l'on verra cela au Salon de l'Auto.

A l'heure où paraîtront ces lignes, le 7e Salon de la T. S. F. aura fermé ses portes ; j'espère que les visiteurs en auront tiré quelques enseignements et les exposants de nombreuses commandes.

2 Octobre 1930.

M. MALLARMÉ, Ministre des P. T. T., s'entretient avec M. BERCHÉ (de face), rédacteur en chef du journal l' « Antenne », à notre stand, au 7e Salon de la T. S. F.

Digitized by Google

Une question de droit fiscal : La réévaluation des bilans

par R. LEROQUE, Docteur en Droit

Tous les gens qui s'intéressent à la Bourse ont à cœur d'avoir une idée de la valeur intrinsèque d'une affaire, c'est-à-dire ce que représenterait une action s'il survenait une liquidation. Le vrai moyen de se satisfaire est d'évaluer le bilan annuel que publient maintes firmes, mais pour cela, comme il faut comparer, il est urgent d'établir une base standard. C'est à ceci que s'efforce l'auteur dans les lignes fort intéressantes que l'on va lire.

UN des problèmes les plus délicats qu'ait posés la réforme monétaire, est celui du rajustement des bilans des entreprises françaises à la valeur du franc après la stabilisation. La comptabilité des sociétés devait fatalement être faussée par la dépréciation du franc instrument des échanges. Les divers chapitres des bilans étaient évalués en une monnaie de valeur très différente. C'est ainsi que les postes : avoir en caisse, compte-courant en banque, débiteurs, capital, créditeurs, etc., figuraient chaque année en francs, dépréciés, d'une valeur correspondant aux cours pratiqués à l'époque de l'établissement du bilan. Par contre, les actifs réels, tels que les immeubles, les machines et outillage, les stocks de matière première, les produits finis ou en cours de transformation, les participations et le portefeuille étaient suivant l'époque de leur acquisition, évalués en francs d'avant-guerre, ou en francs d'une valeur comprise entre la valeur d'avant-guerre et le taux du change au moment où les comptes étaient dressés, c'est-à-dire au-dessous de leur valeur réelle. Tant que l'instabilité de la monnaie durait, aucune règle ne pouvait s'imposer : on ne pouvait pas adopter une conduite devant l'incertitude de la monnaie et chacun se conduisait suivant son tempérament.

Mais depuis 1926 avec la stabilisation de fait, et surtout depuis la stabilisation de droit réalisée par la réforme monétaire de juin 1928, les évaluations ne pouvaient plus se faire suivant son tempérament : les évaluations devaient se faire normalement. Mais il subsistait le passé : fallait-il revenir sur ce qui avait été fait, et comment y remédier ? Certains postes des bilans, en particulier les immobilisations, « lato sensu », restaient au moins en partie évalués en francs d'une valeur supérieure à celle du franc de la loi de juin 1928, celle du taux de stabilisation et donc assez sensiblement sous-estimés.

Il semblait qu'un ajustement dût s'imposer. Cet ajustement, les pouvoirs publics allaient-ils l'imposer aux sociétés ? Au contraire, celles-ci seraient-elles laissées libres de l'opérer à leur moment et comme elles l'entendraient ? La situation financière des sociétés, les cours de leurs actions allaient-elles en supporter des conséquences sur lesquelles on discutait ? Qu'allait être le point de vue du fisc à la recherche de la matière imposable.

On se rappelle les controverses passionnées, les suggestions multiples qui emplirent les articles des journaux économiques et financiers à l'époque de la stabilisation du franc. On se rappelle que la Bourse escompta que les réévaluations des bilans allait faire apparaître d'énormes réserves cachées. Dès avant la réforme monétaire, une vive hausse des valeurs avait été la conséquence de ces espérances. On se rappelle que des parlementaires soutenaient le droit de l'Etat à s'approprier une part importante, voire la totalité de ces réserves.

Quant aux sociétés, elles se tenaient prudemment sur la réserve. Elles attendaient que le Parlement ait fixé le régime fiscal applicable aux plus-values. Elles ne pouvaient raisonnablement pas procéder à une réévaluation qui leur ferait courir le risque d'avoir à en verser au fisc une part plus ou moins importante. Ces plus-values étaient en réalité leur substance : les présenter dans un bilan comme plus-values aurait été d'une imprudence impardonnable tant qu'elles ne connaîtraient pas le point de vue de l'Etat.

On attendit ainsi deux ans : 1928 et 1929 s'écoulèrent sans qu'aucune mesure fût prise. Le temps fit son œuvre : peu à peu les traces de l'instabilité monétaire s'effacèrent dans tous les postes des bilans qui de leur nature sont soumises à un renouvellement rapide des actifs qui y figurent. Les approvisionnements en matière première furent estimés plus justement : à mesure que de nouveaux achats étaient effectués avec des francs stabilisés, les matières étaient évaluées à leur valeur d'achat. Certains industriels ont continué à évaluer leurs « machines et outils » à un prix fixe celui en usage antérieurement afin d'éliminer de leurs bénéfices tout élément spéculatif. La question resta entière pour les immobilisations, et les participations et titres en portefeuille réalisés avant la stabilisation. Mais la discussion s'apaisa et l'on se désintéressa de cette question cependant si vivement agitée.

Et lorsque le fisc fit connaître son avis, ses décisions furent accueillies par une indifférence générale. Le paiement n'eut pas à intervenir : c'est l'administration des Contributions directes qui, par sa circulaire du 25 janvier 1930 fit connaître les modalités du redressement des bilans qu'elle admettait et le régime qu'elle avait décidé d'appliquer aux plus-values d'origine monétaire. Elle est pleine d'enseignements : on s'en est rendu compte en l'examinant plus attentivement.

L'administration commence par rappeler sa doctrine concernant les amor-

Digitized by Google

tissements : ils sont destinés « à reconstituer le *capital* investi dans les éléments d'actif sujets à dépérissement ». Ils ne doivent donc pas être calculés d'après la valeur de remplacement de ces éléments : ils doivent être calculés d'après « le prix de revient » des objets auxquels ils s'appliquent. Cette conception prête à la critique : elle est confirmée par la jurisprudence du Conseil d'Etat (1).

Et continue l'administration, « l'amortissement ainsi conçu permet normalement aux entreprises de maintenir intact, le capital investi en éléments fongibles ». Il y faut encore une condition : c'est que les sommes prélevées à titre d'amortissement permettent ce remplacement. Avec une monnaie dépréciée, cette condition n'est pas réalisée. La valeur d'achat de 100 francs n'était pas en 1928 du même ordre que celle de 100 francs en 1914. Donc à cette époque et pendant la période qui s'est écoulée de 1915 à 1928, si un commerçant voulait maintenir intact le capital investi, il était dans l'obligation de pratiquer l'amortissement autorisé par le fisc et en outre, de constituer une réserve spéciale. Mais le régime fiscal de cette réserve diffère de celui de l'amortissement : les sommes affectées aux réserves sont imposées au titre des bénéfices industriels et commerciaux.

Cet inconvénient méritait que l'Administration dérogeât à ses principes, qui auraient conduit à une véritable injustice : elle admet que le prix de revient pour les objets acquis avant le 1er janvier 1926 soit converti en francs stabilisés. Cette conversion s'effectue en multipliant le prix de revient nominal par un coefficient tenant compte de la dépréciation du franc au moment du paiement. Elle fixe ces coefficients comme il suit.

1914 et années antérieures, coef.	4,92
1915.	4,26
1916.	4,29
1917.	4,42
1918.	4,57
1919.	3,49
1920.	1,76
1921.	1,88
1922.	2,07
1923.	1,54
1924.	1,31
1925.	1,20
1926 et années suivantes.....	1,

Il peut arriver que certaines entreprises aient déjà effectué des amortissements : on peut même dire que c'est généralement ce qui aura eu lieu. Il faudra que ces entreprises convertissent les amortissements pratiqués suivant l'application des mêmes principes. Le calcul a du reste à amortir sur un immeuble par exemple acheté avant 1914 et sur lequel on a pratiqué chaque année un amortissement de 2 % correspondant à une durée d'amortissement de 50 ans donnera lieu au calcul de la valeur d'achat en francs stabilisés, dont il faudra déduire la somme des valeurs des amortissements pratiqués chaque année dont la valeur nominalement égale est différente par suite de l'affectation du coefficient de l'année.

Les dispositions de cette circulaire ne s'imposent pas aux industriels dans l'établissement de leur bilan : la circulaire n'a pas le caractère obligatoire qu'aurait une loi. Mais les agents des finances n'admettent pour le calcul de l'impôt aucun amortissement autre que celui autorisé par la circulaire en question, ou en amortissement plus avantageux pour le fisc. Si donc une entreprise fixe comme valeur restant à amortir, une somme supérieure à celle que donne l'application du système de l'Administration, l'annuité d'amortissement déductible pour l'impôt sera fixée d'après le système de l'Administration; par contre si l'entreprise fixe une annuité inférieure à celle que donnerait le calcul de l'Administration, c'est celle là, c'est-à-dire celle qui aboutit à la charge fiscale la plus élevée, qui sera déduite des bénéfices.

Les sociétés disposent de tout le temps qu'elles peuvent désirer pour procéder à la réévaluation des éléments de leur bilan : elles peuvent procéder à ce rajustement quand elles le jugeront à propos. Elles peuvent également procéder à un rajustement fractionné d'un ou plusieurs éléments de leur actif à l'exclusion des autres. Autrement dit la liberté est complète : mais le fisc indique comment il faut calculer le minimum de ses droits.

⁂

Une question se pose en répercussion de celle du calcul des amortissements : c'est celle de savoir si les plus-values accusées par le rajustement du bilan seront ou non imposables

A ce sujet, l'Administration nous fait également connaître son point de vue, elle s'en tient à sa doctrine peut être critiquable mais constante : il est vrai que la jurisprudence non encore fixée à cet égard pourrait la contraindre à abandonner sa façon de voir. La voici.

Deux situations sont possibles. Les plus-values sont simplement constatées par l'inscription au passif du bilan d'une réserve : l'Administration décide que de telles plus-values n'entreront pas en compte pour la détermination du bénéfice imposable, une telle réserve est nécessairement une réserve spéciale.

Au contraire, les plus-values font l'objet d'une approximation : leur montant est alors passible de l'impôt. Cette approximation peut résulter de diverses combinaisons : celles qu'il faut encore distinguer, quel que soit le mode adopté, la somme appropriée entre en ligne de compte pour la détermination du bénéfice imposable au titre de l'impôt céduclaire. Mais si les plus-values font l'objet de répartitions en espèce, elles sont passibles de l'impôt général sur le revenu. Tandis qu'au contraire si les plus-values sont incorporées au capital, elles ne sont pas passibles de l'impôt général pour les actions gratuites reçues, sauf certaines conditions. Ceci résulte de la jurisprudence du Conseil d'Etat.

Quelle solution sera prise pour les éléments réévalués et vendus en cours d'exercice ? Dans ce cas l'Administration établit une différence résultant de la destination donnée aux sommes ainsi réalisées : sont-elles ou non destinées à être réinvesties ? Si elles ne sont pas destinées à être réinvesties, la plus-value résultant de la vente sera comprise dans les bénéfices de l'année de la vente pour l'établissement de l'impôt. La plus-value imposable s'obtient en retranchant du prix de vente le prix de revient initial diminué des amortissements pratiqués jusqu'au jour de la vente. Si au lieu de plus-value l'opération s'est faite à perte, celle-ci serait déduite des bénéfices de l'exercice. Il importe d'observer que si l'élément vendu avait fait précédemment l'objet d'une appropriation, aucun impôt ne serait dû, solution logique puisque le montant de la plus-value a déjà été compris dans les éléments de base de l'impôt afférent à l'année d'appropriation.

Mais si les sommes produites par la vente sont destinées à être réinvesties, la plus-value ou la perte sera établie en comparant le prix de vente au prix de revient réévalué, diminué des amortissements pratiqués en tenant compte de la réévaluation des amortissements antérieurs à 1926. « On considèrera comme réinvestis dans l'actif immobilisé, les sommes consacrées à l'acquisition d'immeubles (bâtiments ou terrains) d'outillage, de matériel, de mobilier commercial ou de brevets pour les besoins de l'entreprise, de participation dans d'autres entreprises établies en France et dont la production ou le commerce sont intégrés à ceux de l'entreprise en cause ». On est ainsi fixé sur les réinvestissements admis par l'Administration.

Le remploi immédiat n'est pas exigé: il suffit que les sommes soient destinées au réinvestissement. Toutefois, il faudra que le réinvestissement soit devenu effectif dans les six ans qui suivront celui de la vente. L'Administration est en effet liée par ce délai pour la réparation des erreurs en matière d'impôts sur les revenus.

(1) Arrêt du 4 mai 1928.

Digitized by Google

Une décision ministérielle du 15 septembre 1925 a exonéré d'impôt les plus-values réalisées en fin d'entreprise.

⁂

Telles sont les règles adoptées par l'Administration des Contributions directes pour réévaluer les bilans de nos entreprises au regard de l'impôt sur les revenus, règles qui ne s'imposent nullement dans l'établissement des bilans, mais avec lesquelles il faut compter pour calculer la part du fisc.

Ces règles ont été l'objet de critiques nombreuses mais de détail. Il faut reconnaître qu'elles témoignent d'une évolution heureuse de l'esprit de l'Administration. Elles ont le sérieux avantage (n'auraient-elles que celui-là qu'elles mériteraient déjà un bon accueil), de faire disparaître les incertitudes, les hésitations qui ont pesé sur le commerce et l'industrie de 1928 à 1930. Elles offrent à ce titre l'intérêt qui s'attache à la réévaluation des bilans ; celui de faire affranchir et de libérer les réserves occultes que beaucoup de sociétés avaient tenu à se constituer, pendant la crise monétaire.

La méthode de l'Administration prête à la critique en ce qu'elle ne s'explique guère à une époque d'instabilité économique où les prix sont sujets à des fluctuations incessantes. Ce n'est pas le capital investi qu'il faudrait permettre de reconstituer, mais bien la valeur de remplacement : mais cette solution n'est pas conforme à la doctrine confirmée par la jurisprudence.

La circulaire du 25 janvier 1930 mérite un reproche plus sérieux. Elle a restreint son champ d'action aux seuls éléments « qui doivent faire l'objet d'amortissements, c'est-à-dire les bâtiments, l'outillage, le matériel, le mobilier commercial et les brevets ». Elle exclut donc les fonds de commerce, les terrains, les stocks, le portefeuille, les participations qui constituent fréquemment des actifs immobilisés : ne peut-on pas lui reprocher cette lacune.

Les terrains sans doute ne sont pas en principe sujets à dépréciation : c'est ce qui explique que l'Administration ne les ait pas compris dans les éléments pouvant être amortis. Elle n'a donc pas tort sur ce point.

Pour les stocks, il est regrettable que l'Administration n'ait pas cru devoir les comprendre dans son énumération. Sans doute, peut-elle objecter, la réévaluation des marchandises a dû être faite depuis la stabilisation de fait en 1926 et elle l'a été effectivement dans la généralité des cas. Mais certaines industries ont adopté la règle d'évaluer leur stock de matières premières à un prix invariable et il arrive que le « stock-outil » figure encore dans les bilans à une valeur exprimée en francs supérieure à celui de 1928. Il serait favorable à la clarté du bilan que cette partie de l'actif soit également réévaluée. Sans doute, il est vrai, sur ce point, l'Administration a prévu dès 1926 un redressement des bilans. Elle a donc pu croire qu'une nouvelle réglementation était superflue.

Pourquoi enfin la circulaire n'a-t-elle pas prévu la réévaluation du portefeuille des sociétés. Evidemment, il ne s'agit pas là d'amortissement. Mais la circulaire a une autre portée. Nous avons vu qu'elle exempte d'impôts les produits de vente des éléments révalués remployés dans les six ans. Il semble que logiquement les plus-values des portefeuille qui résultent surtout de la dépréciation du franc de germinal auraient dû échapper à l'impôt en cas de remploi.

⁂

Telle qu'elle se présente avec ses conceptions un peu spéciales, ses lacunes, la circulaire du 25 janvier 1930 apporte quelques apaisements aux préoccupations des entreprises industrielles et commerciales. Le doute, l'incertitude qui régnaient jusque là paralysaient la vie des sociétés. Pour les en avoir affranchies, l'Administration des Contributions directes, mérite des remerciements. La solution n'est pas complète ; mais une partie du problème est résolue et la question du calcul des amortissements a reçu une solution satisfaisante.

R. Lerouge

Digitized by Google

BOURSE DE PARIS du 12 Septembre au 8 Octobre

COURS DES MERCREDI ET VENDREDI

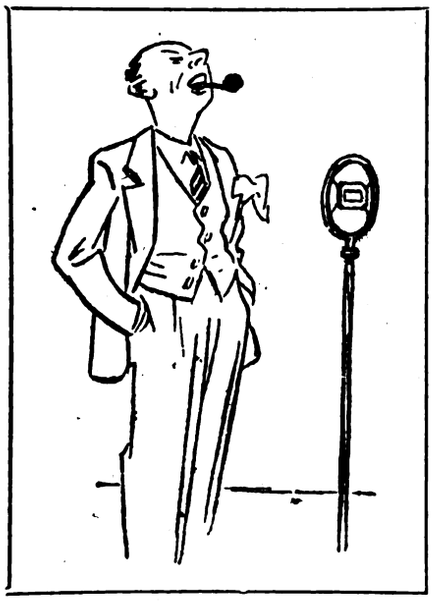
DESIGNATION DES VALEURS	12	17	19	24	26	1	4	8
Accumul. électr. Dinin. ..... ex-c. 32	400	395	400	395	395	393	395	390
Alsthom (const. élec. et méc.).. c. 1 att.	1200	1180	1196	1190	1170	1160	1175	1150
Applications industrielles. . . . . ex-c. 25	780	795	780	772	760	720	715	690
Bretonne d'électricité (Sté). ... ex-c. 7	592	595	595	595	605	579	582	560
Câbles télégraphiques. . ..... ex-c. 20	375	380	381	366	365	360	351	349
Centre électr. act. 500 fr..... ex-c. 16	1535	1531	1545	1544	1546	1547	1547	1548
Distrib. électr. de l'Ouest. ..... ex-c. 10	1115	1080	1140	1093	1095	1085	1100	1080
Eclair. force électr. (250 fr.).... ex-c. 10	1745	1780	1750	1750	1745	1685	1662	1650
Edison (C° Continentale) B.... ex-c. 66	1283	1330	1339	1327	1324	1292	1281	1295
— parts de fondateur. . ..... ex-c. 43	1810	1770	1788	1800	1785	1753	1755	1749
Electricité de Caen. . ..... ex-c. 32	625	624	617	617	605	600	598	609
Elec. et gaz de la B. Moselle.. c.10 att.	561	570	575	571	563	550	540	530
Elect. de Limoges . ..... ex-c. 38	585	590	575	575	572	556	568	560
Elect. de Paris. . ..... c.24 att.	1770	1775	1775	1750	1740	1720	1715	1595
— parts. . . .. c.24 att.	18670	18550	18510	18800	19200	19000	19400	18900
Elect. de la Seine, parts..... ex-c. 1	9205	9300	9150	9475	9200	9200	9275	9375
Elect. du Nord (C°)..... ex-c. 24	1095	1065	1068	1075	»	1090	1075	1068
Energ. Elect. (C° Cent. d').... c.19 att.	1419	1430	1410	1320	1325	1318	1305	1265
— Basse Loire R. . ..... ex-c. 10	891	905	900	900	900	885	895	880
— Haute-Garonne. . . .... c. 1 att.	564	564	561	572	»	560	»	570
— Sud-Ouest ord. . ..... ex-c. 17	1590	1580	1580	1580	1575	1576	1575	1577
— — prior. . . . . ex-c. 10	1580	1581	1580	1585	1576	1575	1580	1575
Est électr. ord. . ..... ex-c. 11	1270	1290	1305	1236	1235	»	»	»
Force et Lumière. . ..... ex-c. 21	517	530	520	520	502	500	500	476
Générale Electr. (Nancy) A. .. c. 5 att.	207	185	185	180	195	186	184	184
— — B. . . . ex-c. 3	275	277	277	279	279	275	280	280
Havraise d'énergie. . ..... ex-c. 39	1515	1540	1516	1514	1500	1582	1488	1465
— act. de jouiss. . ..... ex-c. 37	1240	1260	1280	1300	1300	1225	1225	1213
Hydro électr. d'Auvergne. ..... ex-c. 19	1605	1645	1649	1615	1624	1610	1620	1619
Ind. Electr. (Sté Générale)..... c.22 att.	1255	1270	1259	1245	1210	1290	1210	1212
Lorraine d'électr. (C°). . ..... ex-c. 14	524	535	525	522	510	509	505	500
Nantaise d'écl. et force. ..... ex-c. 26	650	650	655	655	650	650	650	670
— priorité. . . .. ex-c. 10	620	622	625	624	»	625	629	630
— parts. . . .. ex-c. 11	1530	1550	1564	1550	»	1550	1755	1648
Radio électrique. . ..... ex-c. 17	192	194	195	200	196	200	199	199
Radio France, act. B. . ..... ex-c. 6	515	511	510	501	507	503	501	509
— parts. . . .. ex-c. 4	91	91	90	85,50	90	87	85	88
Société Gramme. . . .. ex-c. 33	2425	2390	2405	2370	2360	2620	2280	2280

N. B. — Nous nous contentons de reproduire les cours donnés par les Cotes quotidiennes. Aussi nous déclinons toute responsabilité quant aux cours mentionnés que nous publions sous toute réserve et sans garantie.

Digitized by Google

VARIETES

A TRAVERS LES STUDIOS



LES JOURNAUX PARLÉS

PAR ALEX SURCHAMP

LE journal parlé, comme la T. S. F., est une invention française. C'est Maurice Privat qui en eut le premier l'idée. L'idée était heureuse, car elle eut partout — en France comme en Europe — de nombreux imitateurs.

Il ne s'agissait nullement d'ailleurs de faire à la presse imprimée une concurrence inopportune. Mais la T. S. F. devenait le moyen le plus rapide d'intercommunication humaine, il était naturel d'utiliser cet admirable truchement que constituaient les ondes, pour transmettre aux quatre coins du pays les nouvelles que la presse imprimée, esclave des moyens modernes de locomotion, ne pouvait apporter qu'avec un certain retard.

Le journal parlé dans sa réalisation première n'était qu'un simple journal d'informations et de commentaires d'informations. C'était un journal express, quelque chose comme la dernière heure d'un quotidien : des titres, des sous-titres et des nouvelles en trois lignes.

On ne tarda pas à s'apercevoir qu'une énumération des nouvelles brèves, durant soixante minutes de micro, risquait à la longue de devenir monotone et fastidieuse. Aussi fit-on alterner l'information avec la causerie qui, sans songer à régler définitivement, en les simplifiant à l'extrême, tous les problèmes sociaux, scientifiques ou politiques de l'heure, pouvait donner de tous ces problèmes un aperçu rapide, suffisant pour éclairer la religion du sans-filiste moyen. Libre ensuite à ce sans-filiste, de chercher dans le journal imprimé les détails plus nombreux, les explications plus complètes, suivant l'intérêt qu'il a pris à telle ou telle rubrique.

C'est à cette formule — informations, commentaires d'informations et causeries — que se sont arrêtés tous les postes français qui émettent des journaux parlés. Il en est malheureusement résulté dans la présentation une certaine uniformité. Les rubriques sont identiques sous des titres variés. Seule la qualité des rédacteurs contribue à donner à chaque journal une note originale. Peut-être aurait-on pu chercher à accroître cette originalité en spécialisant les postes dans tel ou tel genre d'informations ou de causeries : l'apiculture, la politique, la finance, les sports, constituant autant de domaines qui auraient été judicieusement répartis. Mais il aurait fallu pour cela que la radio française soit légalement organisée et réglementée et on sait hélas! que nous en sommes encore à attendre le statut qui mettra un peu d'ordre dans ce chaos.

Il y a en France une demi-douzaine de journaux parlés, dont trois sont émis par les postes parisiens (Tour Eiffel, Radio-Vitus, Ecole Supérieure des P. T. T.) ; les autres par les postes régionaux (Lyon et Toulouse).

Il serait téméraire d'affirmer que tous ces journaux sont remplis d'un puissant intérêt. Il en est de tristes et de monotones. Il en est par contre qui sont simples, précis, classés, complets, et ce sont là, en somme, les qualités primordiales qu'on demande à une émission de ce genre. Pas de suffisance ni de pédantisme. De la clarté et de la simplicité. Le micro doit se rendre modeste quand il s'agit de parler à des milliers d'auditeurs qui vous écoutent de toute leur foi : il ne faut ni trop dire de niaiseries, ni trop de choses qui ont été déjà trop souvent dites. C'est tout un art d'écrire. C'est aussi tout un art de parler. Si, dans la conversation, il est quelquefois permis de parler pour ne rien dire, le micro n'admet pas une telle fantaisie.

Le sans-filiste veut être renseigné vite et bien. Et c'est pour avoir méconnu cette vérité première, que certains journaux parlés sont devenus ce qu'ils ne devaient jamais être : des parlotes radiophoniques.

Digitized by Google

LE JOURNAL PARLÉ DE LA TOUR EIFFEL

o o o o o o

QUELQUES SILHOUETTES

Maurice PRIVAT

A tout seigneur, tout honneur.

— En scène pour le un... Le fondateur qui fut le directeur et qui aujourd'hui n'est plus rien, du moins dans le domaine des ondes. Toulousain de naissance, parisien d'élection, français d'idées. Aurait pu être député, sénateur et peut-être même ministre. A la rondeur électorale et la faconde persuasive. Aurait pu être littérateur, économiste ou financier. A la plume facile et jongle avec les chiffres, comme dans son pays, on jongle avec les osselets. Aurait pu être n'importe quoi, mais quelque chose. A préféré être quelqu'un.

A eu le premier, l'idée géniale du Journal Parlé, ce qui lui vaudra sans doute d'être statufié par les générations futures, tout comme Théophraste Renaudot — « Le Temps » le lui a promis. L'Espace s'y prêtera.

S'est consacré à son journal corps et voix, ne s'est pas contenté d'être un Directeur; est devenu un apôtre. Va à son studio, comme le Père Janvier s'en allait à Notre-Dame; défend son microphone, comme le Père Janvier défendait sa religion. Pour lui, la journée n'a qu'une heure, celle du « Journal parlé », de 6 à 7. Cette heure, est toute sa vie. Reçoit les amis de la Tour, les confesse et les convainct, stimule le zèle de ses collaborateurs ; leur distribue les éloges et les réprimandes avec l'autorité et le laconisme d'un général en chef: « trop long, trop court, trop vite ». N'a rien entendu, mais a tout compris ou tout deviné.

Signes particuliers: *A proposé des milliards à la France et l'a écrit. A oublié d'utiliser la recette pour son compte et s'en moque.*

— Donne dans le micro, chaque fois que la situation financière de la France en général et celle du « Journal parlé » en particulier, marquent quelque défaillance. Interventions fréquentes. A la voix microgénique, l'adjectif facile, cligne de l'œil gauche vers les auditeurs présents et se sert de son poing comme d'un métronome.

LES FRIVOLITES

André DELACOUR

Le dernier des romantiques. A un nom qui rime avec Amour et s'appelle André comme Chénier. Pourrait d'ailleurs presque prendre sa devise:

« Sur des sans fils nouveaux, faisons des [vers antiques ».

Speaker horaire, littéraire, politique et musical, parle en vers comme Honoré parle en chiffres. Quand il dit: « Vous allez entendre... » on s'attend au distique, à la césure et à la rime.

Enrubanné et fleuri: une maussade cérémonie sous un ciel de grisaille et de pluie, devient, par sa bouche, une radieuse manifestation où

« Les rayons de l'automne
Jettent encor
Sur un toit plat et monotone,
Un réseau d'or. »

Une immonde flaque de boue, c'est

« L'eau profonde où dort
Un fragment d'univers entre des berges d'or »

Le plus infâme feuilletoniste qui s'en va, est

« un esprit subtil, délicat et charmant
dont la plume toujours ne fut qu'enchan- [tement »

Pour lui, tout est en rimes: la lune est brune, la brise grise, l'ivresse presse, la rosée naît, la douleur meurt, les cieux sont bleus.

Toujours d'une humeur égale et souriante: si par hasard quelque chose cloche dans la Tour, au lieu de dire M... comme vous et moi, dit « Mince » si c'est un incident, « Flûte » si c'est un accident, « Crotte » si c'est une catastrophe.

Avec lui, le studio devient le dernier salon où l'on pause.

Signe particulier. *Porte des guêtres blanches. Baise la main des dames, sans attendre d'ailleurs que le reste se donne.*

A la manière de... André Delacour

I. — *L'exposition des pissenlits au Cours-la-Reine.*

Pour le plus grand plaisir des amateurs de jardins, la Société d'Horticulture a ouvert aujourd'hui les portes de son exposition annuelle. Comme tous les ans, l'exposition du Cours-la-Reine a été un triomphe: massifs de bégonias aux pétales comme pétris d'une cire délicate, floraison de roses aux tons vifs ou nacrés, les unes épanouies, les autres à peine écloses, œillets de pourpre sombre, reines-marguerites rustiques et simples et surtout les riches, les magnifiques, les somptueux pissenlits. Le pissenlit, ici, est roi: majestueux, ornemental, parfois monstrueux, arrondi en boule ou échevelé comme une gitane, il offre toutes les gammes des jaunes. On pourrait croire que ces floraisons automnales et annuelles se ressemblent toutes; or il n'en est pas une qui ressemble à la précédente. Les visiteurs y découvrent chaque fois des nuances variées, des coloris plus vifs, des variétés plus nombreuses et chaque année s'affirme davantage l'art de la sélection et de la présentation dans lequel nos horticulteurs ne connaissent d'émules nulle part. Il n'est pour s'en convaincre que de s'arrêter devant le massif central où, avec la somptuosité qui lui est coutumière, telle maison célèbre présente des spécimens de tous les genres de culture des pissenlits et parmi ceux-ci d'éblouissantes nouveautés, aux noms bien français. Il en est dont la racine est d'une blancheur transparente, telle la neige des montagnes sous le soleil; d'autres sont de nuance jaune comme de beaux écus d'or ; d'autres encore s'enrichissent d'un panachage ambigu qui fait d'une seule fleur un bouquet composite. N'oublions pas les fruits: pommes et poires à la pulpe juteuse, raisins monstrueux; ni les légumes, choux de Milan aux feuilles gaufrées, citrouilles aux flancs rebondis et comme on voudrait en sortant de là, disposer de ce coin de terre dont parle le poète, que l'on pourrait cultiver à sa guise, pour y faire pousser tant de choses belles et savoureuses...

II.

— Vous allez entendre... de quoi demain sera fait.

— Si nous allions au théâtre!... par notre collaborateur M. René Bruyez.

— Et... voici les propos en l'air de Georges Delamarre.

III. — *L'inauguration du buste de Marcel Privat.*
(fragment du discours).

... Cet être exceptionnel avait tout pour plaire au plus grand nombre et surtout aux Parisiens. C'était un artiste, un aristocrate et un sensible. Artiste d'abord; non de cette manière qui utilise pour le succès les leçons d'école ou les recettes en vogue, mais à la façon de celui qui, doué d'une culture universelle, manifeste à toute heure un mépris profond pour toutes les médiocrités. Il

Digitized by Google

réalisa le type de l'artiste enflammé par le seul désir de faire œuvre parfaite et pour qui tout le reste est secondaire. Aristocrate, il l'était de cœur, de pensées, de goûts et de manières; il avait une haine furieuse de la bassesse et de la laideur. Après des années d'insouciance et de prodigalité, il dut, pour vivre, subir bien des jougs, mais il les portait avec une bonne grâce souriante, toute révolte lui eût semblé puérile « un artiste, disait-il, est toujours un homme entretenu ». Enfin il était d'une sensibilité extrême et très bon. Ce fut le meilleur et le plus sûr des amis; son commerce était délicieux. Il joignait à une causerie étincelante, une courtoisie raffinée, car il était d'une politesse que notre temps ne connaît plus et il haïssait la familiarité. Jamais je ne l'ai entendu tutoyer qui que ce soit. Ce robuste fils des Pyrénées, descendu aux rives de la Seine, les yeux encore éblouis du soleil du Midi invectiva avec la même fureur contre des réputations bien établies et de minuscules fantoches, clouant au même pilori un Finaly ou un Radiola. Mais ce n'était là qu'erreur sur le but. La flèche frappait toujours juste, car il avait le goût sûr et le jugement net. Il aimait d'un même amour Descaves et Frayssinet. Comme Baudelaire, dès le premier contact, il discernait le génie. Je n'en veux pour preuve que la pléiade de collaborateurs qu'il avait su grouper autour de lui.

Privat fut étrangement méconnu. Ses invectives l'avaient entouré d'un solide faisceau de haines, on lui avait fait une réputation de scepticisme et de férocité. Les intimes — ils furent bien peu nombreux — peuvent témoigner de la fausseté d'une pareille légende. Ce que l'on peut dire c'est que son imagination était vive, secondée par la vision aiguë qu'il avait des tares de chacun et par son besoin de donner à ses jugements une forme concise, stylisée a l'extrême l'amenait à caricaturer d'un trait féroce des êtres qu'il ne haïssait aucunement.

Si l'homme fut mal connu, son œuvre ne l'est guère mieux, malgré sa richesse, sa variété, sa perfection. Mais s'il est vrai que l'art robuste seul a l'éternité, ce grand disparu peut attendre: il est immortel.

LA POLITIQUE ETRANGERE

Pierre DESCAVES

S'appelle Pierre pour ne pas être confondu avec Lucien qui est son père, Max qui est son frère, Jacqueline qui est sa fille, Jean-Lucien qui est son fils. Se laisse appeler Pierrot par les intimes.

Au physique, a des airs de Dranem, bien qu'il prétende vouloir à tout prix, ressembler à Maurice Chevalier. Au moral, un érudit égrillard. A représenté la France en Rhénanie et le Petit Journal *à Londres. A traversé la Manche en avion (en* 1926) *et en a gardé un souvenir ému. Est resté trois jours en Angleterre, en est revenu avec des idées complètes sur le libéralisme, le conservatorisme, le trade unionisme, l'économie, la finance, Hyde Park Street et les mœurs du pays. Connait l'histoire et les histoires.*

Au studio, s'est d'abord consacré à l'interview pittoresque et à interviewer Dranem cinq fois dans la même semaine. Désabusé, a quitté la loge des grands hommes. pour l'éloge des grandes idées; promène sa pensée sous toutes les latitudes, à travers le monde, la mappemonde et le demi-monde, à la vitesse de 150 *lignes en cinq minutes.* All right!

P. DESCAVES

Au « Journal Parlé », fait dans la politique internationale. Y est quelque chose comme un sous-secrétaire d'Etat aux Affaires Etrangères. Peut, peut-être, ignorer ce qui se passe en France et même à Paris, mais connait dans leurs moindres détails les histoires de la Chine, de la Pologne, de la Russie, des républiques de St-Marin ou du Val d'Andorre. Nanti d'une dépêche Havas, explique et commente les combinaisons politiques les plus machiavéliques, les secrets desseins des chancelleries, dénonce les traités internationaux et prévoit les cataclysmes universels. Articule bien ses mots, scande bien ses phrases, marque scrupuleusement la ponctuation, comme s'il parlait devant l'aéropage de la Société des Nations. Au demeurant, un informateur averti.

A la manière de... Pierre Descaves

ORIENT et OCCIDENT

I.

La Pologne communique avec le dehors par deux couloirs : celui de Dantzig et celui de Wilno. L'Allemagne voudrait lui couper le premier, la Russie voudrait lui couper le second. C'est tout le sens du mystérieux traité qui vient d'être signé entre la Lithuanie et les Soviets, au nez et à la barbe des Alliés qui, après arbitrage, avaient reconnu que Wilno devait être polonais. On cherche encore au coin du bois à étrangler la Pologne.

II.

A Genève. — En faisant adopter à l'unanimité son projet de Fédération européenne, M. Briand a usé de toutes les ressources de son émouvante éloquence pour convaincre ses collègues et entrainer leur adhésion. Encore que ce ne soit là qu'un commencement, c'est un magnifique succès moral dont l'opinion française peut être fière. Grâce à son calme, à son inattaquable logique, à cet admirable talent qui fait de lui l'orateur le plus écouté de l'assemblée, grâce enfin à son habileté coutumière, M. Briand a réussi à vraincre les obstacles accumulés et qui risquaient sinon de bloquer la route à son projet, du moins d'en ajourner *sine die* la mise en application.

A ceux qui, plus ou moins ouvertement, veulent toujours préparer la guerre, M. Briand a répondu, préparons la paix... etc.

III.

Enfin voici la primeur d'une nouvelle qui, si elle est confirmée, sera de nature à modifier singulièrement l'horizon politique européen. Ce matin, à Coblence, M. Von Langengimmer, commissaire allemand pour les Territoires occupés, a donné en sa demeure de l'Oberprœsidium, un grand dîner auquel avait été invité M. Tirard, président de la Haute commission interalliée. A l'issue du repas, M. Von Langenzimmer a prononcé un toast chaleureux en faveur de l'amitié franco-allemande. Il a notamment déclaré que l'Allemagne tout entière se réjouissait de voir les Français prendre quelque plaisir et quelque agrément dans les villes rhénanes de l'occupation, et il a annoncé l'envoi prochain à Paris d'une délégation de Rhénans, chargée de demander à notre président du Conseil, le maintien de l'ocupation au delà des limites fixées par le traité de Versailles. M. Tirard a répondu qu'il s'associerait de tout cœur à une pareille démarche. Dans l'après-midi, a eu lieu sur la place publique de Coblence une revue des troupes de la garnison et M. Brüning, ministre du Reich, venu tout exprès de Berlin, a attaché solennellement, en présence des autorités française et allemande, la croix de fer de 1re classe au fanion des chasseurs à pied français. Le soir une retraite aux flambeaux a parcouru les principales artères de la ville; les soldats français portaient les torches et les flambeaux, pendant que les membres de l'Association patriotique allemande, le Stahlem, étaient armés de fusils et de mitrailleuses. La musique était anglaise. D'ores et déjà on peut affirmer qu'il s'agit là d'une manifestation très importante, dont les conséquences au point de vue politique internationale peuvent être incalculables.

Digitized by Google

LA POLITIQUE

Marc FRAYSSINET

Avocat à la Cour et à la Tour; plaide pour la politique. En est d'ailleurs un des meilleurs clients. A été député. Se console de ne plus l'être en allant tous les jours humer l'air des couloirs de la Chambre et respirer l'odeur de cette cuisine parlementaire de laquelle on ne sait plus se déshabituer lorsqu'on y a quelque peu goûté.

A gardé de son ancien métier une loquacité féconde, une remarquable assurance de parole, un jeu curieux de physionomie et

Marc FRAYSSINET

une gymnastique appropriée des bras. Utilise les uns et les autres devant le micro, comme devant l'Assemblée. Fait ses papiers au studio comme il ferait un discours dans un chef-lieu de canton. Après l'avoir entendu, on a toujours envie de passer au vote ou à l'ordre du jour.

A des talents prophétiques. Prévoit les majorités chancelantes et la cascade des ministères; ne les annonce cependant qu'avec les réserves d'usage pour ménager sa réputation de politicien avisé.

Est maître dans l'art de disséquer un décret ministériel ou un discours parlementaire; les traduit en clair pour le public et leur donne un sens intelligible auquel ils n'auraient pas osé prétendre. Est admirablement réglé dans son improvisation. Donne 5, 6, 7, 8 ou 8 ½ minutes de bonnes paroles, suivant les exigences du speaker. Est pour la politique, ce que Georges Delamarre est pour la plaisanterie: une great attraction *de la Tour.*

Signes particuliers. *Improvise sur papiers. Fait un petit grand écrit devant le micro.*

Taille: 1 m. 90. *A raccourcir* (N.D.L.R.)

CHRONIQUE COLONIALE

Julien MAIGRET

Physiquement, ressemble à Jouvet dans le rôle de Sava l'Africain.

Au moral, un monsieur d'une singulière originalité puisqu'il émet la prétention de parler de choses qu'il connaît pour les avoir étudiées: les colonies. A en effet, un passé colonial, une vie coloniale. Qu'a-t-il été au juste? Trappeur de l'Arkansas, chercheur d'or au Texas, explorateur au Tchad, chasseur d'Esquimaux au pôle, tireur de tigres au Bengale, planteur de caïfa aux Antilles, propriétaire de cannes à sucre à la Réunion? On ne sait, mais ce qui est certain, c'est qu'il possède sa géographie comme un employé de la T. C. R. P. possède son barême des suppléments. Sur l'heure, il vous dira le méridien de Dabukala, la longitude d'Ouagadouyou, la latitude de Mazuipatam, le climat de l'Archipel Tuamotu, la flore des Iles Rimaria, la faune des Iles Mallicolo, la densité de la population des Iles Marquises, la profondeur du lac Tchad, l'horaire des trains dans le Haut Oubanghi, le programme des spectacles à Papaete. Pour un peu, il vous annoncerait les tremblements de terre et les raz de marée dans les îles de la Sonde. Ce n'est plus un homme, c'est une encyclopédie coloniale.

Au demeurant, un grand voyageur, qui part pour trois mois aux Nouvelles-Hébrides comme d'autres vont passer le pont du 15 août dans la vallée de Chevreuse.

Signes particuliers: *A le teint coloré. Porte monocle. En a même un spécial, pour parler devant le micro.*

A la manière de... Julien Maigret

La récolte de la canne à sucre à la Martinique.

Il y a cent ans à peine, le sucre était encore une denrée de luxe. Les qualités nutritives ont été connues en même temps que le goût s'en répandait et, sa disette pendant la guerre, nous a permis de nous rendre compte à quel point ce produit était devenu indispensable à notre alimentation. Le sucre est comme vous le savez obtenu par le traitement industriel de deux plantes, la betterave et la canne à sucre. C'est de la canne à sucre dont je vais vous parler.

Les Antilles sont par excellence le pays producteur de canne à sucre. La période de sa récolte s'effectue de janvier à fin mai et se prolonge parfois jusqu'en juillet. A ce moment l'usine travaille sans relâche jour et nuit; locomotives et convois se croisent et courent sur les nombreuses voies qui s'enchevêtrent. C'est une activité bourdonnante. Sur chaque habitation, économe et commandeurs (contremaitres) sont dans les champs surveillant et dirigeant le travail. Dans la belle lumière de la saison propice, la récolte débute dans la joie des chants et des lazzis. Car si le proverbe exagère un peu, qui nous donne le noir comme un type du travailleur, il faut du moins reconnaitre que, naturellement gai d'ailleurs, il n'a pas le travail morose. Chaque champ a son atelier (groupe de travailleurs ayant un même commandeur) dont chaque coupeur reçoit une tâche à exécuter. Le coupeur, muni d'un grand coutelas, couteau droit et bien affilé, d'environ 70 centimètres de long, saisit la canne, qu'il tranche le plus possible au ras du sol, puis la sectionne à une hauteur suffisante du plumet (bouquet de feuilles) pour ne rien perdre et ne pas admettre un déchet. Comme il doit couper des morceaux d'environ un mètre de long, il aura très souvent à diviser en deux, la canne ainsi récoltée qu'il tient dans la main gauche. Les cannes ont en effet 2 mètres de long et parfois atteignent 3 mètres et même 4.

Chaque coupeur est suivi d'une « amarreuse » dont la tâche consiste à former avec les morceaux passés par le coupeur, des paquets de 10, liés avec des amarres. Chaque pile se compose de 25 paquets. Pour accomplir une tâche, coupeur et amarreuse devront constituer 20 piles, soit au total 5.000 morceaux, ce qui représente une moyenne de près de 3.000 cannes coupées et amarrées. Pendant la journée de travail qui commence vers 8 heures et se termine entre midi et 13 heures, le bon travailleur moyen aura fait environ une tâche et demie. L'après-midi, il vaquera à ses propres travaux, s'il dispose d'un petit champ comme c'est le cas de beaucoup, ou, s'il est philosophe, et nombre le sont, il s'adonnera au voluptueux *farniente*, puis à l'heure fraiche, muni d'une bonne pipe, il devisera gaiement au milieu d'un groupe d'amis.

La culture de la canne à sucre est rémunératrice: un hectare de bonne terre peut fournir jusqu'à 100.000 kg. de cannes. Et de 100 kg. de cannes l'usine retire d'abord environ 7 kg. de sucre et ensuite 3 litres 250 de rhum. Dans les premières années de leur création, les usines martiniquaises rémunérèrent largement le capital investi. Puis il y eut plusieurs crises, notamment celle de 1909-1910. En 1914, la situation, sans être très brillante était redevenue normale. Depuis 1918, les hauts prix atteints par le rhum d'abord, puis par le sucre, quand la vente redevint libre, permirent la distribution de dividendes rémunérateurs. Mais qu'on ne s'y trompe pas, si on table sur la valeur or des actions, les dividendes n'ont rien de sensationnel.

C'est pourquoi je terminerai par le souhait que le Martiniquais ne s'obstine pas dans la seule culture de la canne, qui lui réserve, sans doute, dans un avenir plus ou moins proche, des déboires du même ordre que ceux qu'il semble avoir trop facilement oubliés.

LA VIE MEDICALE

Le Docteur Pierre Vachet

— « Portez-vous bien, » dit-il, et l'écho lui répond, « je me porte bien ». Profite d'abord pour lui-même des conseils qu'il donne aux autres. A la carrure sérieuse, le ventre imposant et les idées larges. A connu Croué et Beziat dont il parle encore

Digitized by Google

avec émotion. Personnalité parisienne que les journalistes enquêteurs consultent et que le Club du Faubourg produit dans la « procréation artificielle ». Mettra sans doute un jour au point la procréation par sans-fil. On dit qu'il consulte discrètement ses malades sur leurs caves et les vins qu'ils boivent, pour leur appliquer, dans ses honoraires, un multiplicateur variable. Mais c'est une légende. Se désintéresse des maladies pour ne s'occuper que des malades. Professe à l'Ecole des hautes études sociales, à l'Ecole de psychologie et à l'Ins-

D. VACHET

titut Privat. Spécialiste, sans-filiste, le tout avec éminence.

Signe particulier. *N'a encore tué personne à la Tour.*

A la manière du... Dr Pierre Vachet

Parmi les facteurs extérieurs qui conditionnent l'état de maladie, l'influence climatérique et météorologique est primordiale. Chaque saison réagit à sa façon, prédisposant respectivement à divers troubles de la nutrition et à diverses infections. C'est surtout l'automne qui est de toutes les saisons, celle qui est la plus capricieuse; tout d'abord rayons de soleil encore chauds, écho de l'été; puis vent dispersant les poussières accumulées par des semaines de sécheresse, brouillards chargés d'humidité froide et pénétrante. L'organisme ne prend pas garde à ces variations brusques; on ne se méfie pas; on fait fi des vêtements saisonniers et un beau jour on sent son nez pris, on éternue, on se mouche. C'est le coryza, appelé communément rhume de cerveau, trop souvent et à tort traité par le mépris, car il est à l'origine de la plupart des infections du rhino-pharynx et des voies respiratoires. Puis on tousse, c'est le rhume de poitrine, c'est l'infection pharyngée qui descend sur la poitrine; un degré de plus et c'est la bonne bronchite avec fièvre. Enfin encore un degré, c'est le refroidissement périphérique des organes internes, c'est la mort. De tout cela, on peut guérir quand on s'y prend à temps.

Je ne vous parlerai aujourd'hui que du coryza, un vilain mot et cependant seul résultat de tous les efforts employés par la médecine à combattre le rhume de cerveau. Le refroidissement est en général la cause invoquée, d'autant qu'il intéresse la tête et les pieds. En réalité, le froid ne fait que favoriser l'action des microbes existant dans les cavités nasales ou y pénétrant par contagion. L'enrhumé éprouve au début frisson et gêne légère; la tête est lourde, les oreilles sont bouchées, la respiration est compromise, les odeurs ne sont plus perçues, le goût est altéré. Ajoutez à cela, le nasillement de la voix, le larmoiement des yeux, la secrétion abondante, la goutte récidivante et par miracle suspendue, avec, surtout, cette rutilance empruntée au masque de l'intempérance. Le traitement est simple: il n'y a qu'à attendre, l'affection ayant une tendance naturelle à guérir spontanément en quelques jours. Buvez des grogs, un litre de rhum dans un verre d'eau par exemple, prisez des poudres antiseptiques, comme la poudre de pyrèthre ou la poudre de perlimpinpin, bouchez les ouvertures de votre appartement avec la vaseline gomménolée ou mentholée. Et éternuez! Cela vous vaudra les souhaits de votre entourage. Enfin, ne vous mouchez jamais violemment et surtout n'obstruez qu'une narine à la fois. Et pour plus de sûreté, mouchez-vous « à la paysanne », avec les doigts, car souffler en obstruant simultanément les deux narines provoque une augmentation brusque de pression dans les fosses nasales. Les cavités voisines pourraient être souillées, et l'on comprend les conséquences graves de l'infection de l'oreille et des sinus.

Si aucun de ces remèdes ne vous réussit, logez vous une pastille Valda dans la gorge, en même temps qu'une balle de 6 millimètres dans la tête. Il n'y a pas d'exemple qu'un rhume, même de cerveau, ait résisté à un pareil traitement.

DE TOUT UN PEU

Achille SEGARD

Comme chez Francine, parle de tout un peu: théâtre, littérature, histoires anglaises, propos en l'air. Toutes les cordes vont à son arc et s'y ajustent, ma foi, fort bien. Se définit lui-même: un poète élégiaque. Aime la liberté et y collabore. A été imprimé dans les sujets les plus divers. Parle avec la même facilité d'Anatole France et de Claude Lorrain, de Baudelaire ou de M. Thiers, d'une générale ou d'un salon d'automne. A l'enthousiasme facile, le souvenir personnel fréquent, l'anecdote prompte et l'adjectif répété. Fais des appels fréquents à ses auditeurs, surtout à ses auditrices; sollicite leur avis, flatte leur manie d'écrire. Ne dit jamais nous, mais je. A pour toutes ses anecdotes une collection innombrable d'amis qui ont tous eu des aventures plus ou moins extraordinaires. Au besoin les invente, mais en tire toujours un élégant profit.

Signe particulier. *A souvent un gilet blanc comme Napoléon, une cravate noire comme Sacha Guitry, une canne comme le duc d'Orléans. Porte son monocle au bout des doigts. Reçoit beaucoup de lettres au studio: les lit et les fait lire.*

LES PROPOS EN L'AIR

Georges DELAMARRE

Le Moulin Rouge a Mistinguett, le Journal a Clément Vautel, le Casino de Paris a Maurice Chevalier, l'Œuvre a de La Fouchardière, le Palace a Harry Pilcer, Le Journal Parlé a Georges Delamarre. On vient à la Tour pour le voir, pour l'entendre. S'il voulait se laisser toucher et distribuer des bouts de son mouchoir à ses admiratrices, ferait une fortune, en même temps que le bonheur d'une maison de blanc. C'est la great attraction *du studio.*

De la taille, quelque talent et un royaume, celui de Minuit. Ecrit des choses plaisantes et qui font rire; écrit des choses riantes et qui font plaisanter. Mime ses « papiers », module ses phrases, chute ses périodes, grogne quand il parle américain, égratigne quand il parle anglais, tape quand il parle politique et roucoule quand il parle... jeune fille.

Signes particuliers. *A horreur des Américains. Leur a emprunté ses lunettes, mais ne les leur rendra pas.*

A la manière de... Georges Delamarre

Propos de voyages

Les citadins, qu'ils soient de province ou de Paris me font de la peine: j'entends ceux qui appartiennent à la catégorie des Français moyens. Lorsque je les vois chargés de colis et encombrés de paniers, escalader les compartiments dans les gares, « avant l'arrêt complet du train », malgré les sages avis des employés, je me dis que leur martyre commence. Et cependant ils paraissent heureux. Ils se laissent vivre et porter par le flot de la destinée. N'ont-ils pas, pour atteindre le but rêvé, économisé l'argent des voyages et des hôtels, bâti les plus beaux projets et supporté déjà les pires bousculades dans les tramways ou le métro? Voulez-vous connaître les réflexions que les voyages de cet ordre ont suggérées aux écrivains et aux journalistes de tous les temps? Voici, glanées au hasard des livres ou des journaux, quelques unes de ces curieuses formules.

Nous sommes sur le départ. Hervé Lauwiec vous dit: « Quand vous partirez en voyage, ne dites pas: partir c'est mourir un peu. Il y a tant de gens pour qui c'est commencer à vivre!... » A la gare, Sonia, dans le journal d'une étrangère, vous donne le conseil suivant: « En chemin de fer, le compartiment des dames seules est celui où les femmes qui savent voyager ne montent jamais. » Et Emile Berr, ajoute de son cô-

Digitized by Google

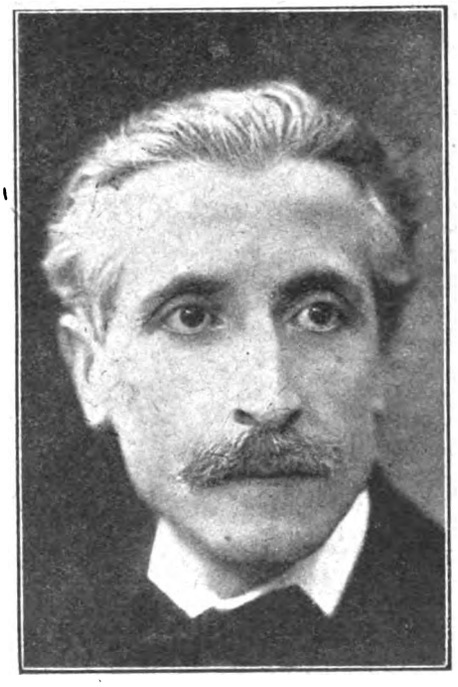
té: « En wagon, il n'y a pas de sentiment, il n'y a que des coins ». Brûlons les étapes, négligeons les mille petits incidents du voyage et arrivons à l'hôtel. *La France hôtelière*, périodique de la corporation des hôteliers, vous prévient sans détour: « On a installé de l'artillerie lourde sur la route de Quarante Sous ». Marcel Astruc donne à ce sujet les précisions suivantes: « Le coup de fusil sur nos belles routes de France sera Gras, vers 1880; Lebel, vers 1900; s'américanisera avec les fusils de chasse Hammerless et reviendra à la fabrication française quand les hôteliers, modernisant leurs méthodes commerciales, transformeront leur armement et remplaceront délibérément leurs fusils par des mitrailleuses achetées à nos arsenaux de St-Etienne ». Quant à la nature du tir, le même Marcel Astruc en fait une savante description: « L'hôtelier, comme tout bon commandant de batterie, doit présider par lui-même au réglage des coups et au règlement des notes. Monté sur une éminence en forme de caisse, dans la salle même de son restaurant, il observe l'effet des coups et règle par la signalisation à bras, en usage dans les écoles à feu, le tir de ses pièces ». Pour la cuisine, Jacques Normand, dans « les pensées de toutes les couleurs » vous dira tout le bien qu'il en pense: « La cuisine est un des plus puissants véhicules de la renommée — que de gens ignoreraient Colbert, sans les soles, Soubise, sans le potage, Condé, sans les poires et Chateaubriand, sans les pommes » — Il est vrai que plus loin, il ajoute: « On pourrait croire que l'appétit vient en mangeant, mais on peut être certain qu'il s'en va de même ». Les convives que le hasard des villégiatures réunit autour d'une table d'hôte sont d'espèce trop variée pour qu'on puisse en parler ici. Contentons-nous de demander aux Goncourt une définition générale concernant les femmes. « La femme aime naturellement la contradiction, la salade vinaigrée, les boissons gazeuses, le gibier faisandé, les fruits verts et les mauvais sujets ». Quant à la place qui vous échoit à table d'hôte, méditez ces réflexions de Miguel Zamacoïs: L'âge heureux, c'est celui où l'on est au bout de la table: on mange sans parler. A mesure que l'on se rapproche du centre, on mange de moins en moins et l'on parle de plus en plus, jusqu'au jour où, occupant, un peu gaga, la place d'honneur, on ne peut être pas manger et on ne sait plus parler ». Mais il n'est pas que la vie d'hôtel: on peut être invité chez des amis. Miguel Zamacoïs vous dira encore: « Le premier qui eut l'idée d'inviter quelqu'un à dîner devait bien s'embêter chez lui. — Eh bien, et le premier qui accepta l'invitation, donc? ». Pour les excursions, c'est Robert Dieudonné qui vous donnera la formule: « En voyage, l'Anglais suit son goût, l'Allemand suit son guide, le Français suit une femme ».

On pourrait multiplier à l'infini de semblables citations. Demandons la conclusion à un écrivain provincial, M. Edmond Spalikowski : « Lorsque sonne le moment du retour, l'excursionniste est content de reprendre ses habitudes. Seulement comme il lui faut paraître bon prince et montrer que l'on n'a pas dépensé son argent pour des prunes, la famille en quittant l'hôtel se déclare enchantée, manifeste des regrets et prépare pour les amis de merveilleux récits de vacances, qui feront naître l'envie au cœur de ceux qui n'ont point quitté leur quartier et ne connaissent guère que leur rue ». — Et maintenant, mes chers auditeurs. Bonnes vacances !

LA SCIENCE QUI SE FAIT

René SUDRE

La science, pure, disséquée et distribuée en tranche ou par paquet, au détail, à la portée de toutes les bourses auditives. Rien du



René SUDRE

hasard ou de la fantaisie: explication, preuve, déduction et vous êtes cloué. La science se fait, la science est faite et on continue Pour faire de la pluie, vous prenez un nuage, de l'eau et vous agitez. Pour créer du vent vous prenez deux portes, un courant d'air et vous ouvrez. Pour faire une fleur, vous prenez de la couleur, du parfum et vous arrosez. C'est simple: il fallait y songer.

L'air grave et sévère comme il convient à un homme de science.

A la manière de... René Sudre

I. *L'électron* (cours moyen).

Il y a 35 ans que le physicien anglais Johnstone Stoney, proposa le mot « électron »: Ce mot, qui a maintenant conquis droit de cité, sert à désigner le corpuscule chargé négativement (le corpuscule positif correspondant se nomme proton). L'électron, par suite de la grande mobilité, permet de concréter ce qu'on appelle vaguement l'électricité. L'électron entre dans la constitution de tous les éléments; il en gravite un autour du noyau central de l'hydrogène et 92 autour du noyau d'uranium. Il en existe 146 autres à l'intérieur de ce dernier noyau et l'expulsion des électrons hors des noyaux, n'est qu'un des aspects de la radioactivité. Sa masse est très exactement connue: il en faut un milliard de milliards pour atteindre un millionnième de milligramme. On connaît aussi sa dimension: mille milliards d'électrons juxtaposés en ligne droite ne couvriraient pas deux millimètres. Lorsqu'ils se déplacent dans un métal, ils constituent un courant électrique. Le nombre d'électrons, contenus dans la quantité d'électricité qui passe, pendant une seconde, dans le filament d'une lampe ordinaire de 16 bougies et qui coûte environ 0,00001 de centime, est tellement considérable que si les parisiens devaient compter ces électrons, et cela à raison de deux électrons par seconde et par habitant, il faudrait plus de cent siècles pour accomplir ce travail et cela sans jamais s'arrêter, ni pour manger, ni pour dormir, ni pour mourir. Le conducteur de la chaleur est aussi un phénomène électronique: si vous vous brûlez en saisissant la poignée d'un fer à repasser, c'est la faute aux électrons qui, de proche en proche, se sont communiqué des vitesses trop considérables, etc. etc...

II. *Les gaz rares dans l'atmosphère* (cours supérieur)

L'atmosphère contient, outre l'oxygène et l'azote, un certain nombre de gaz inertes, dont la découverte a constitué un des événements de la science moderne. D'abord, l'argon, gaz dont on ne put déterminer son poids atomique qu'à partir de la densité. Le rapport 1.67 de ses deux chaleurs spécifiques montrant d'autre part, en vertu de la théorie cinétique des gaz, son caractère monoatomique, on en déduisit pour le poids atomique, la valeur 39.88 double de la densité. L'argon est principalement utilisé pour le remplissage des lampes à atmosphère gazeuse et il restreint à tel point la perte par évaporation, que la lampe se trouve prolongée pour des milliers d'heures. En 1895, Ramsay découvrit l'hélium. Dans les minéraux radioactifs, l'hélium occlus provient des particules alpha émises au cours des désintégrations, particules qui ne sont autres, en effet, que des atomes d'hélium, primitivement chargés et redevenant neutres, après un temps de l'ordre du 100/100 de seconde. On a trouvé plus tard l'hélium dans certaines excavations naturelles, notamment dans l'Amérique du Nord. On le récupère industriellement depuis la guerre, en vue du gonflement des dirigeables.

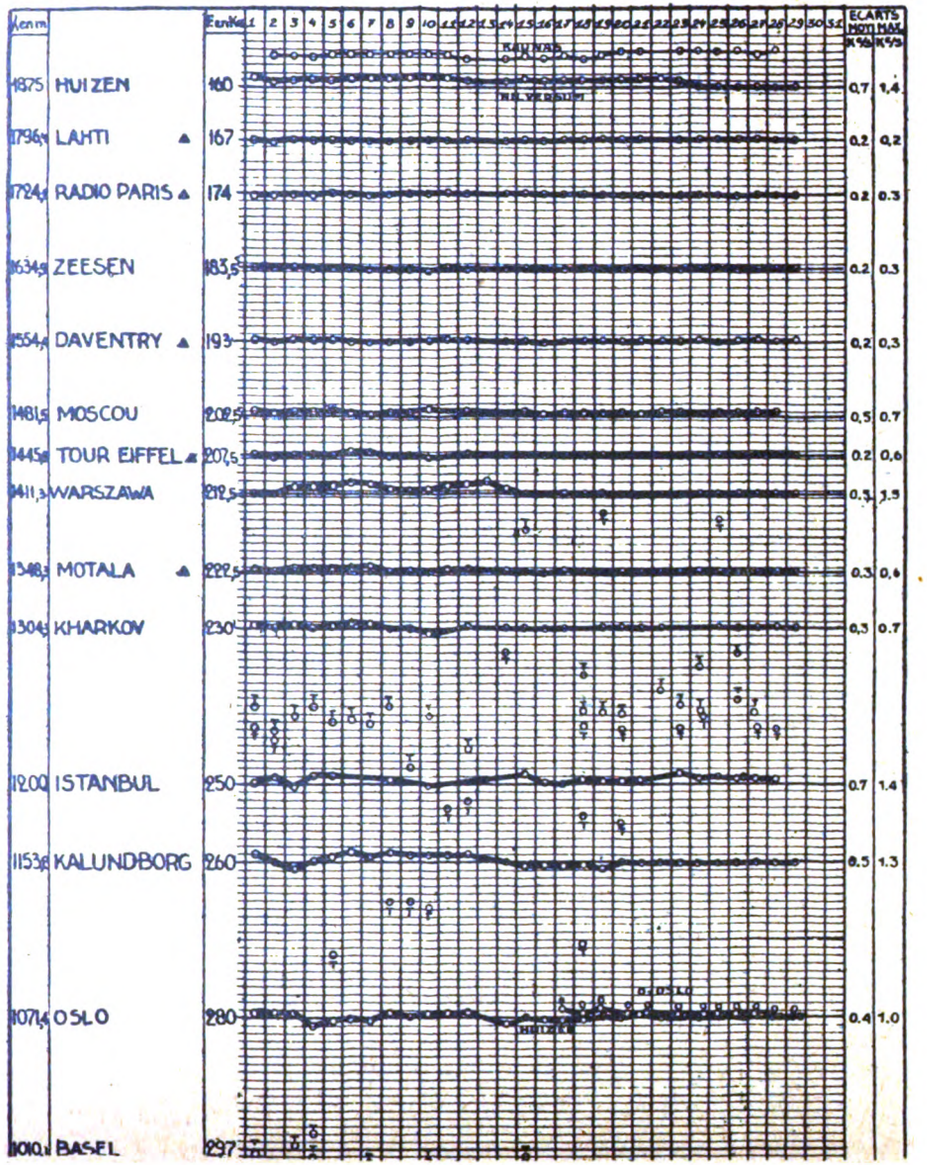
Enfin, en éliminant de l'air l'oxygène et l'azote, et en refroidissant le résidu au moyen d'air liquide, puis d'hydrogène liquide, Ramsay et Travers ont mis en évidence trois nouveaux éléments qu'ils ont appelés néon, krypton et xénon. Pour le néon, son usage industriel est basé sur la facilité avec laquelle il s'excite électriquement avec luminosité rougeâtre. Aussi est-il actuellement très en faveur pour les enseignes lumineuses. Quant au krypton et au xénon, on en tire très peu parti jusqu'ici.

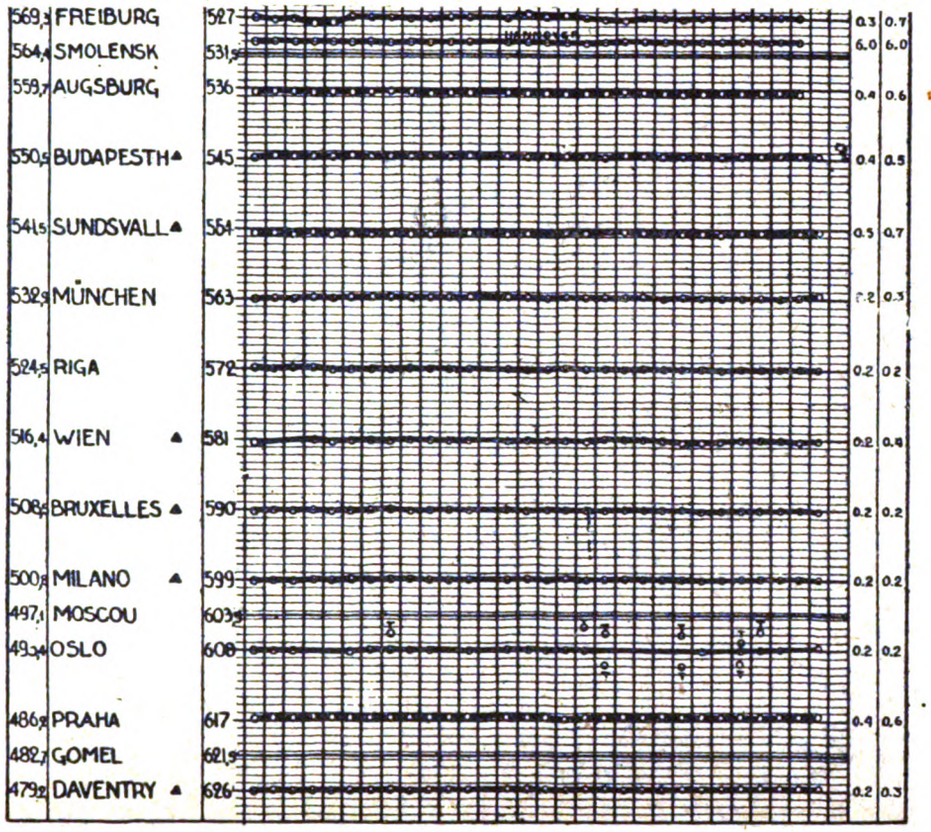
On considère que l'air contient en volume, 0,95 % d'argon, $4{,}2.10^{-3}$ de néon, $5{,}10^{-6}$ de krypton et $5{,}9^{10-7}$ de xénon. Sauf l'hélium, tous les gaz inertes sont des mélanges d'isotypes. Etc. etc...

Digitized by Google

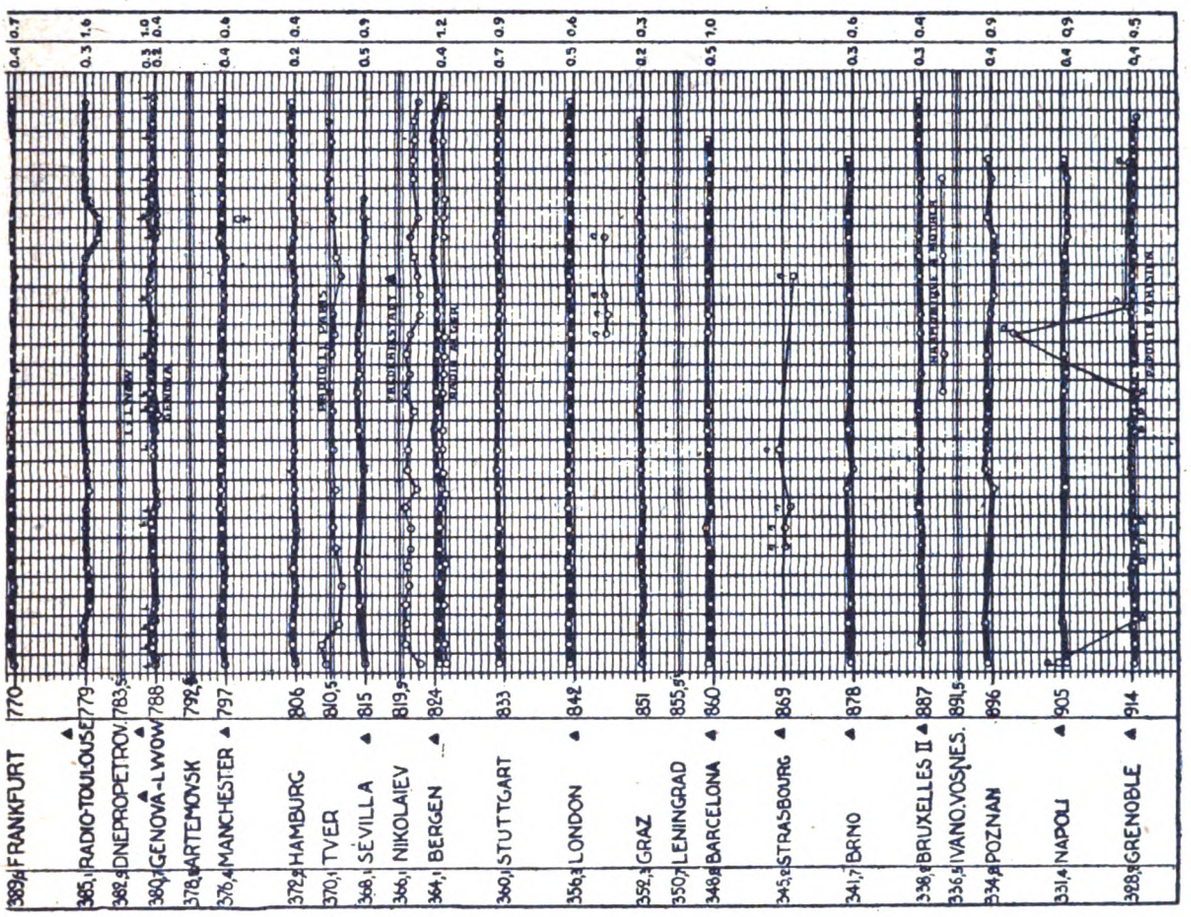
CONTROLE A DISTANCE DES FRÉQUENCES DES ONDES PORTEUSES DES STATIONS D'ÉMISSION

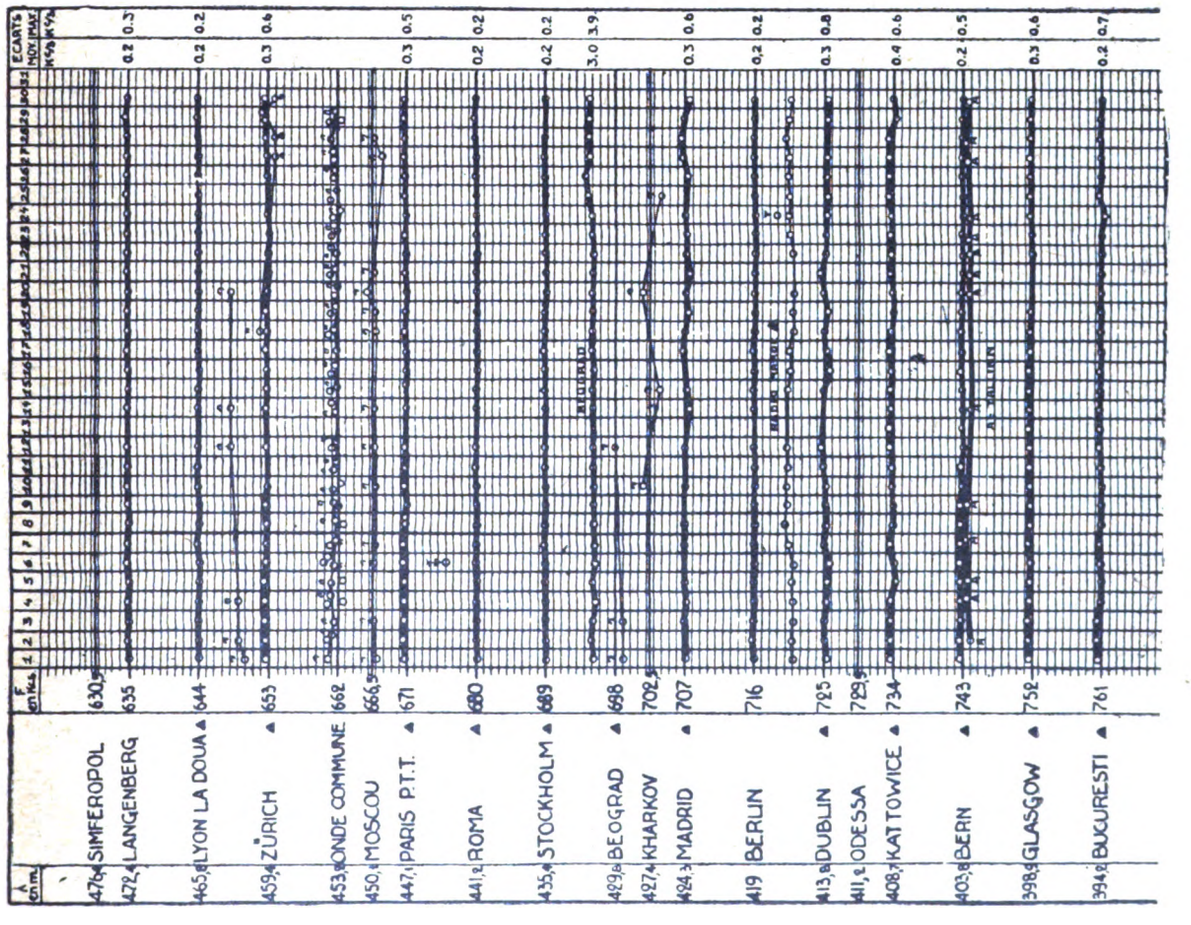
Rapport N° 41 -- Septembre 1930





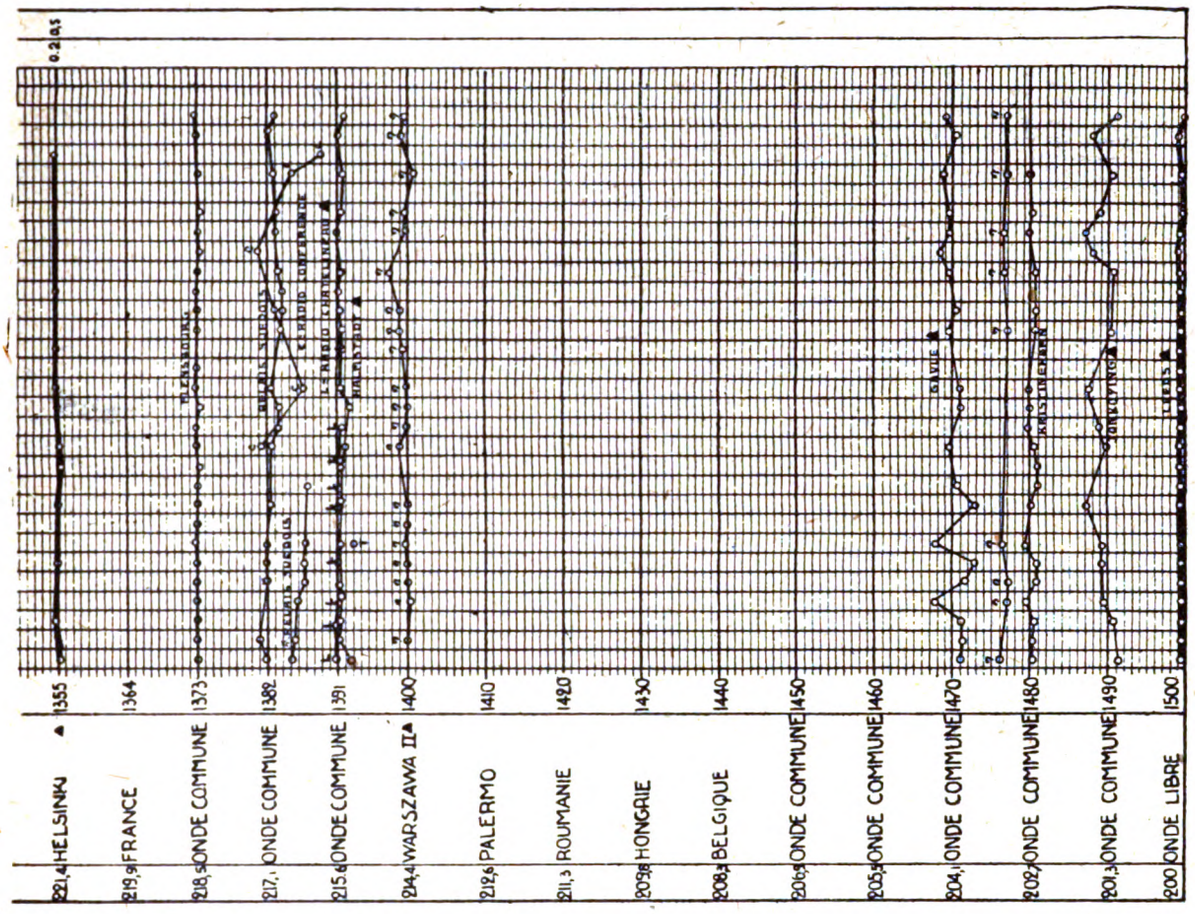
Digitized by Google

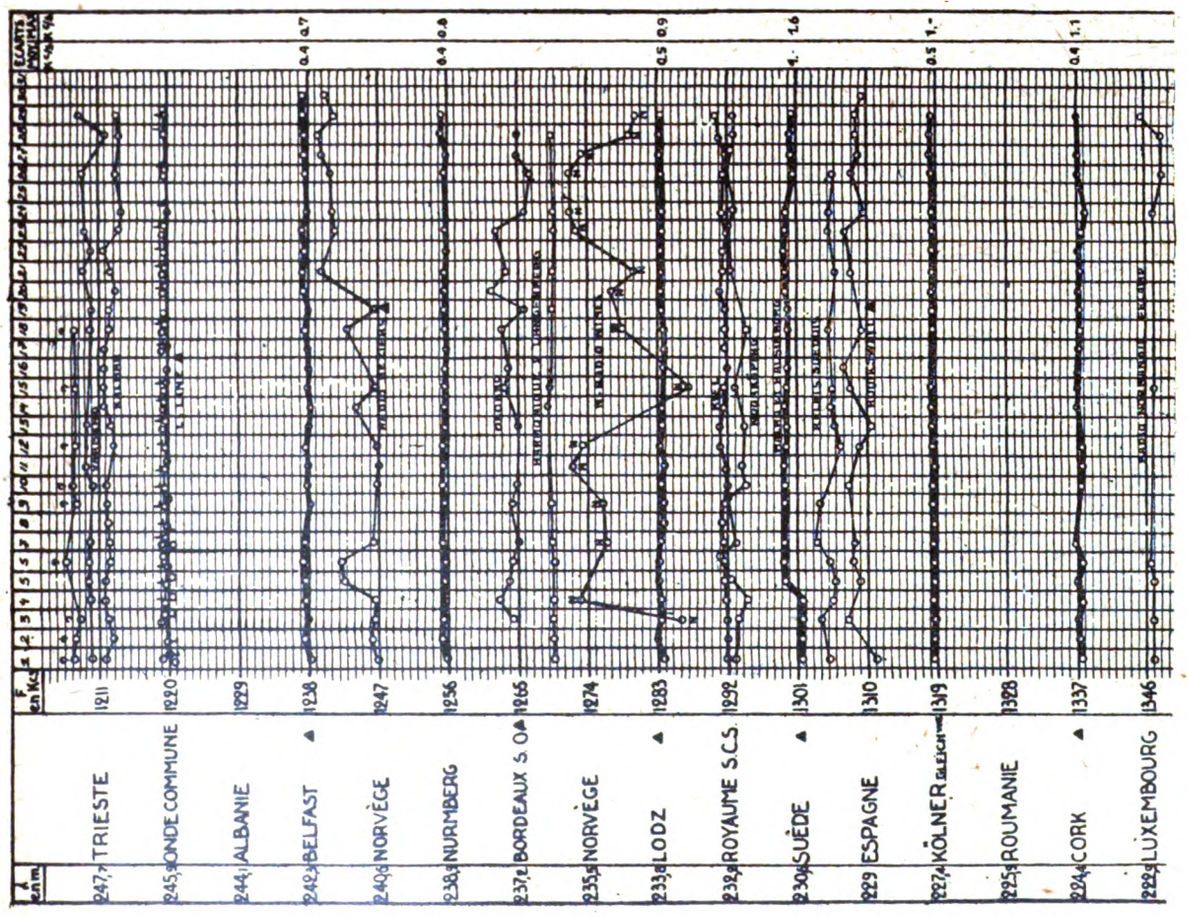




Digitized by Google

Digitized by Google





Bruxelles, le 5 Octobre 1930.

Le Président de la Commission Technique, Directeur du Centre de Contrôle,

Raymond BRAILLARD.

Digitized by Google

IBERIC

R. BURGHART, Constructeur

161, Rue' des Pyrénées XX

(près rue de Bagnolet)

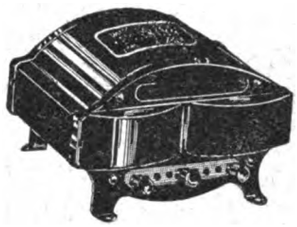
Téléphone Roq. 64-21

Postes Fixes & "Portables"

alimentés sur continu ou secteur alternatif

Bloc d'accord IBERIC

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE



FERRIX

construit une gamme complète de transformateurs pour la radiophonie, ainsi qu'une série de chargeurs d'accumulateurs et d'appareils de tension anodique.

Transformateurs pour montage Sectadyne

TYPE G. H. 4

Secondaire : 250-250 volts (75 milliampères)
2 - 2 volts (1 ampère)
2 - 2 volts (5 ampères)

Prix pour 110 volts 50 périodes . . Frs **100**
Self de filtrage : type E. 30 ou E. 50 ,, **55**

LES TRANSFORMATEURS FERRIX

98, Avenue Saint-Lambert NICE (A.M.)
Agence de Paris : **2, r. Villaret-de-Joyeuse - PARIS-17e**
Carnot 69-70 - 69-71

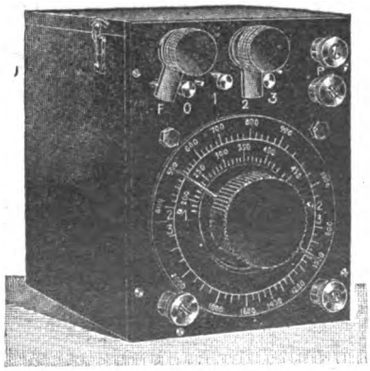
Téléphone : Ségur 73-44 — PER — R. C. Seine 22.262

LA PRÉCISION ÉLECTRIQUE

10, Rue Crocé-Spinelli, PARIS (XIVe)

FOURNISSEURS DES GOUVERNEMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Ondemètres pour toutes longueurs d'ondes et pour toutes applications



Nombreux modèles avec méthode de zéro système Armagnat.

Selfs inductances interchangeables.

Combinateur et selfs intérieurs.

Ondemètre à faible gamme de longueur d'onde.

Condensateurs de mesure - Condensateurs variables à air pour réception - Condensateurs variables à air pour haute tension.

PIÈCES DÉTACHÉES

LENZOLA

Haut-Parleur le plus musical

4, r. Camille-Tahan, PARIS (18e)

Téléphone : MARCADET 40-60

Digitized by Google

6 21.3636
QST

DÉCEMBRE 1930 Engineering et index N° 81

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

Radio
Télévision
Éclairage
Électricité générale
Électricité médicale
Aviation
Automobile
Marine
etc...

SOMMAIRE

THE LIBRARY OF THE
DEC 16 1930
UNIVERSITY OF ILLINOIS

La terre tourne 1
Coulomb (1736-1806) (Général ALVIN) 3
Propagation de l'électricité dans un fil conducteur (J. GRANIER, *docteur ès Sciences*) 6
Revue des pick-ups (A. LIPOUG) 10
Calcul facile des impédances par la méthode graphique (A. MARTIAL) 13
Calcul des selfs à fer (*Funk Magazin*) 20
Energie et puissance (J. GRANIER, *ingénieur* E. S. E.) 23
Rayonnement et propagation (Louis LA PORTE) 26
L'aluminium dans les câbles électriques armés .. 28
Phares et projecteurs (PAGÈS) 31
Les phares de balisage à grande portée (Gilbert ETIENNE) 36
Les routes aériennes impériales britanniques et la T. S. F. (Léon DE LA FORGE) 41
Le cargo « Marie » (DE KORSOUN) 46
Lampes photo-électriques sans filament (Manfred von ARDENNE) 48
Valve Ignix: fabrication, théorie et fonctionnement (Louis LA PORTE) 50
Le redresseur « Oxymétal » 55
Le repérage par le son (XXX) 57
Petites nouvelles 60
Un émetteur à réglage unique (Jorge GRAMMER) 61
Compte rendu annuel des Comités techniques de l'American Institute of Electrical Engineers 65
Pour entendre les émissions sur ondes courtes 68
Expositions et salons en Europe centrale (S. PHILIPPE) 69
A travers la Presse étrangère 70
Bourse de Paris (du 15 Oct. au 7 Nov.) 72
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission 74

Prix : 6 francs

Digitized by Google

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par

L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** *c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.*

***L'Antenne* est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs**

L'ANTENNE contient les programmes de toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 FR.

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2e)

LA DEUXIÈME ÉDITION DE

Radio-Manuel

par Paul BERCHÉ

vient de paraître. Elle contient outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES ♦ 703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2e

Digitized by Google

RADIO-ÉLECTRICITÉ
QST FRANÇAIS
RÉUNIS
REVUE DES SCIENCES MODERNES

Paraissant le 1er de chaque mois

ABONNEMENTS:	DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:	TELEPHONE:
France et Colonies. 70 fr. par an	53, rue Réaumur, PARIS (2e)	Richelieu. 88-27
Etranger. . . . . 100 fr. par an		Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

La terre tourne...

La terre tourne; c'est là une vérité que personne ne discute actuellement. On sait très exactement, à une fraction de seconde près, combien notre ronde planète met pour effectuer un tour exact sur elle-même et autour du soleil.

La première conséquence de cet état de choses est la succession des jours et des nuits; je n'écrirai plus des semaines et des mois, car ceux-ci, comme un projet de loi nous le démontre surabondamment, sont des créations humaines.

La seconde conséquence est l'alternance des saisons ; d'aucuns, sur la foi de la vie actuelle, me rétorqueront cet argument car les caractères essentiels de ces parties du temps sont difficilement reconnaissables de nos jours. Ceci tient seulement à la pauvreté de notre investigation scientifique dans ce domaine qui ne nous permet pas de faire les corrections nécessaires en tenant compte de nouvelles influences que nous ne savons faire intervenir dans nos équations.

Mais la rotation de la Terre a pour autre conséquence de faire

Digitized by Google

varier le schéma du ciel sous nos yeux, l'aspect de la lune, celui du soleil, etc... Tout, dans cet ordre d'idées, se traduit par une évolution synchrome et continue.

Comme je l'écrivais dans un récent éditorial, étant donné l'unité de l'univers, cette loi est beaucoup plus générale.

Que ce soit l'aspect du paysage que, chaque matin, le ciel vous offre de votre fenêtre ou d'un point quelconque, la silhouette est variable par essence.

On ne peut donc croire que l'aspect scientifique de l'univers soit permanent et qu'une théorie puisse être bâtie une fois pour toutes. Mieux, on peut faire la comparaison suivante :

La théorie scientifique est comparable à ces maisons de la petite Sicile à Tunis qui s'accroissent par en haut, mais rentrent dans la terre molle par suite de leur poids. L'aspect offert aux yeux du passant varie tous les jours malgré la continuité de construction de l'édifice qui ne s'élève pas.

On pourrait sans doute m'en vouloir d'aller toujours chercher des exemples dans le domaine scientifique le plus parfait; dans ce sentier, en effet, on ne peut guère suivre plus d'un savant et la controverse, toujours si fertile en conclusions intéressantes, risque d'égarer des esprits mois élevés. Chacun chez soi...

J'ai, par de nombreux exemples, essayé de montrer combien les gens qui croient à la faillite de la science ne tiennent pas compte de sa nature même; ils cherchent un cristal et trouvent un être vivant en pleine et continuelle évolution. A noter en passant qu'un cristal s'il est convenablement nourri, croît, vit et, dans le cas contraire, meurt comme vous et moi.

Et alors ?

Il s'agit du condensateur, cet auxiliaire indispensable de tout le domaine moderne de l'électricité. Qu'il s'agisse de l'accord d'un circuit, du filtrage d'un courant redressé ou de l'amélioration industrielle du φ d'une installation, c'est à lui qu'on a recours.

Or, nous sommes habitués à la considérer comme un ensemble de plaques métalliques, conductrices aussi bien isolées que possible. N'est-ce pas dans ce sens que tous les laboratoires techniques des constructeurs ont aiguillé leurs recherches ? Les études sur les diélectriques en sont la preuve la plus flagrante.

Les applications les plus modernes de ces réflexions ont amené l'emploi du quartz dans maints condensateurs de T.S.F. ainsi que le numéro de Noël vous l'explicitera mieux.

Et pourtant, la Terre tourne et l'aspect de nos opinions scientifiques varie à toutes secondes.

Ne puis-je pas lire dans une feuille technique et pratique, au sujet d'un condensateur d'un principe nouveau, quelque chose comme ce qui suit :

L'originalité du système dont nous parlons est là; tous les condensateurs du filtre placés en série donnent, par suite de leur nature, un léger courant de fuite dont l'intensité est de l'ordre de quelques milliampères; donc, l'on fait différentes prises parmi la série, on obtient des tensions intermédiaires et l'on peut prendre une tension quelconque à chaque prise sans que la tension des autres prises soit influencée.

Il s'agit d'un condensateur électrochimique, variété de la catégorie électrolytique, dans lequel les gaz dégagés par le passage du courant, comme dans l'accumulation ordinaire, se recombinent à l'état naissant, laissant l'ensemble dans un état constant, à part un léger dégagement de chaleur qui ne change rien aux réactions produites.

Voici donc que l'on réalise avec succès un condensateur dont l'isolement est réduit et que l'on tire parti de cette particularité.

La Terre tourne... Sic transitur omnia.

P. Hinet

Digitized by Google

COULOMB (1736-1806)

par le Général ALVIN

Nous continuons ci-dessous la série des études parues sous la plume du Général Alvin dans les numéros précédents.

Le lecteur fera aujourd'hui connaissance avec Coulomb, qui a laissé son nom à la quantité d'électricité, base essentielle de l'électricité moderne, avec les correctifs que le Général Cartier a si puissamment apportés à sa définition.

LE savant français, auquel le présent article est consacré a donné son nom à l'unité pratique de quantité électrique dans le système électromagnétique. La notion de quantité électrique est primordiale; elle se présente tout naturellement à l'esprit lorsque celui-ci s'arrête aux **analogies hydrauliques** par lesquelles s'expliquent d'une manière très simple les phénomènes électriques élémentaires dont la nature foncière échappe encore à notre entendement.

Dans son livre, « **Pratique et Théorie de la T.S.F.** » Paul Berché, fait dériver à juste titre les notions de potentiel, d'intensité, de travail et de puissance du courant électrique de la notion de quantité. C'est là une méthode parfaitement claire et logique.

Qu'est-ce qui nous frappe en effet tout d'abord dans un courant hydraulique, qu'il se déverse par le robinet d'une fontaine ou par l'écluse d'un canal ? C'est la masse d'eau exprimée par exemple en litres, qui est déversée en un temps donné — de même un courant électrique transporte en un temps donné une quantité d'électricité qui se mesure en **coulombs**. Et si nous considérons un récipient rempli de liquide, par exemple un tonneau, nous dirons qu'il contient tant de **litres d'eau**; par analogie, en électricité, une masse métallique isolée renferme tant de **coulombs**. Le coulomb exprime ici la charge électrique de la masse considérée.

Partant de cette définition élémentaire rien n'est plus simple que d'en tirer la définition **d'intensité** : l'intensité d'un courant se mesure par le nombre de coulombs passant dans le conducteur pendant une seconde. Si Q est la quantité d'électricité passant en t secondes, l'intensité I sera donnée par la formule :

$$Q = I\,t \text{ (loi de Pouillet)}$$

Cette intensité d'un courant électrique se mesure en **ampères**. Par définition, l'ampère est l'intensité d'un courant, débitant un coulomb par seconde. C'est l'unité pratique d'intensité.

De l'ampère dérive une unité de **quantité d'électricité**, fréquemment employée: c'est **l'ampère-heure** qui est la quantité d'électricité débitée par un courant de un ampère pendant une heure — c'est-à-dire 3.600 secondes. Un ampère transportant un coulomb par seconde, l'ampère-heure correspond à 3.600 coulombs. Dire par exemple qu'un accumulateur a une capacité de 40 ampères-heure revient à dire qu'en dix heures on peut demander à l'accumulateur un débit correspondant à un écoulement de $40 \times 3.600 = 14.400$ coulombs.

Passons maintenant à la notion de **travail** : Lorsqu'une quantité d'eau Q tombe de la hauteur H à la hauteur H', le travail fourni est :

$$T = Q\ (H\text{-}H')$$

De même en électricité, lorsque la quantité l'électricité Q exprimée en coulombs subit une chute de potentiel de P à P', le travail fourni est :

$$T = Q\ (P\text{-}P')$$

Si les quantités d'électricité sont exprimées en coulombs et les différences de potentiel en volts, le travail est exprimé en **joules**. Voilà comment le joule dérive du coulomb.

Ce court préambule suffit pour montrer l'intérêt qui s'attache aux travaux de celui qui énonça en 1785 les lois numériques des attractions et des répulsions électriques qui ont la majestueuse simplicité des lois de Newton et qu'une expérience séculaire n'a pas démenties.

***

Charles-Augustin de **Coulomb** naquit à Angoulême en 1736. Ses parents le destinaient à la carrière militaire dans une arme savante. Il servit dans le corps royal du génie et coopéra à des travaux de fortification, en particulier à la Martinique où il fut un des principaux artisans du Fort-Bourbon. Il se retira prématurément pour s'adonner complètement aux sciences pour lesquelles il avait une prédilection. Plusieurs fois lauréat de l'Académie, il en était membre en 1782 et fit partie de l'Institut à sa création. Il mourut à Paris en 1806. Ses travaux scientifiques figurent dans les Mémoires de l'Académie des Sciences.

Les premiers travaux de Coulomb ont porté sur le frottement et la torsion. L'étude statique des phéno-

Digitized by Google

mènes de torsion peut être faite à l'aide d'un appareil très simple dont le principe avait été donné par Wertheim et qui fut perfectionné par Coulomb sous la forme dite de la **balance de torsion.** Il s'agit de tordre un fil ou une tige métallique par une de ses extrémités, l'autre extrémité étant fixée solidement dans une poupée d'un bâti. L'angle de torsion, peut être évalué sur un cercle divisé fixé par rapport à une pointe mobile et le couple de torsion peut être mesuré par des poids.

Avec un appareil de cette nature, Coulomb a vérifié que lorsque les angles de torsion ne sont pas trop considérables, les déformations de torsion sont élastiques et obéissent aux lois suivantes :

1° L'angle α observé sur le cercle divisé est proportionnel à la longueur L de la tige.

Il est donc naturel d'évaluer la torsion Θ d'après l'angle $\alpha = \frac{\Theta}{L}$ dont tournent l'une par rapport à l'autre deux sections droites de la tige situées à la distance-unité;

2° La torsion Θ est proportionnelle au moment C du couple appliqué;

3° Dans des conditions identiques, des tiges géométriquement égales, mais de nature physico-chimique différentes se tordent proportionnellement à un coefficient spécifique $\frac{I}{\gamma}$;

4° Dans le cas d'une tige à section circulaire, les angles de torsion varient comme l'inverse de la quatrième puissance du diamètre D.

Ces quatre lois sont résumées par les relations :

$$\frac{\alpha}{L} = \theta = \frac{C}{\gamma D^4}$$

ou

$$C = \gamma \frac{\alpha D^4}{L} = \gamma D^4 \theta$$

On donne à γ le nom de **coefficient de Coulomb,** ce physicien ayant découvert en 1784 les lois que nous venons d'énoncer grâce à une méthode expérimentale dont il était l'auteur et qui constitue la **balance de torsion.**

Cette méthode se substitue à la méthode statique de Werthein uniquement applicable à des tiges d'un certain diamètre mais en défaut avec des tiges minces ou des fils métalliques. C'est une méthode **dynamique** dont voici le principe : Considérons un fil suspendu à un support et tendu verticalement par un poids cylindrique appliqué à son extrémité. Le système étant en équilibre, tournons le cylindre d'un petit angle puis abandonnons-le à lui-même. La réaction du fil aura pour effet de lui communiquer un mouvement de rotation oscillant. Pour étudier ce mouvement, Coulomb fixait à la base du cylindre un index léger qui se déplaçait en face d'un cercle divisé. Il avait ainsi l'angle d'écart et la durée d'une oscillation complète (période). Les mesures effectuées l'ont conduit par des calculs dans le détail desquels nous ne pouvons entrer, à la vérification expérimentale de la formule :

$$C = \gamma \frac{D^4 \alpha}{L}$$

* * *

La méthode de la balance de torsion devait conduire d'autre part Coulomb à la mesure des forces électriques et à l'énoncé d'une nouvelle loi datant de 1785 et qui porte également son nom :

Une légère aiguille de gomme laque (isolante) terminée par une petite boule de moelle de sureau (conductrice) est suspendue au milieu d'une cage cylindrique de verre par un fil d'argent long et fin. Une seconde boule de moelle de sureau peut être mise en place à l'intérieur de la cage après avoir été électrisée. Si l'on amène la première boule au contact de celle-ci, l'électricité se répartit entre les deux petites sphères, qui, dès lors se repoussent par suite de l'action prépondérante d'un des fluides. En opposant à la force répulsive le couple connu dû à la torsion du fil, il est possible de mesurer celle-ci et d'étudier sa variation en fonction de la distance.

Malgré la faible précision des dispositifs et l'existence de plusieurs causes d'erreur. Coulomb parvint à montrer que les forces électriques s'exerçant entre deux corps chargés sont régies par une loi de même forme que celle de l'attraction universelle :

$$f = K \frac{m\ m'}{2^2}$$

m et m' représentant la grandeur des charges supposées ponctuelles prises avec leurs signes et r la distance qui les sépare. Coulomb, admettant comme Newton la possibilité de l'action instantanée, à distance, le coefficient K lui apparaissait comme caractérisant les unités employées et par suite comme réductible à l'unité par un choix convenable de celles-ci.

En réalité, les forces mesurées étaient dues à la matière électrisée et seule l'hypothèse de Symmer permettait d'attribuer celles-ci au « fluide électrique ». Cela admis, la loi de Coulomb apparaît comme la première relation quantitative traduisant les propriétés **macroscopiques** de l'électricité, c'est-à-dire les propriétés de la charge électrique prise en quantité très supérieure aux plus petites parties qu'il soit possible d'isoler. Bien que la détermination expérimentale d'une relation aussi importante puisse paraître un peu sommaire, on peut cependant considérer celle-ci comme **pratiquement certaine,** toutes les conséquences qui en ont été déduites par le calcul ayant été vérifiées par l'expérience.

La découverte de Coulomb, établissant la similitude des lois de la force électrique et de la gravitation, permit d'utiliser pour l'étude de la première les travaux de Laplace sur le potentiel newtonien et d'entreprendre par les méthodes analytiques la solution du problème de la distribution de l'électricité sur les conducteurs et l'étude du champ de force électrique. La loi de Coulomb devenait pour ainsi dire la préface d'une science nouvelle l'**Electrostatique** et c'est à juste titre que le nom de son inventeur était donné à l'unité pratique de quantité d'électricité.

* * *

Le **coulomb** représente la quantité d'électricité que débite pendant une seconde un courant d'une intensité égale à un **ampère.** Comme l'ampère, le coulomb est donc égal

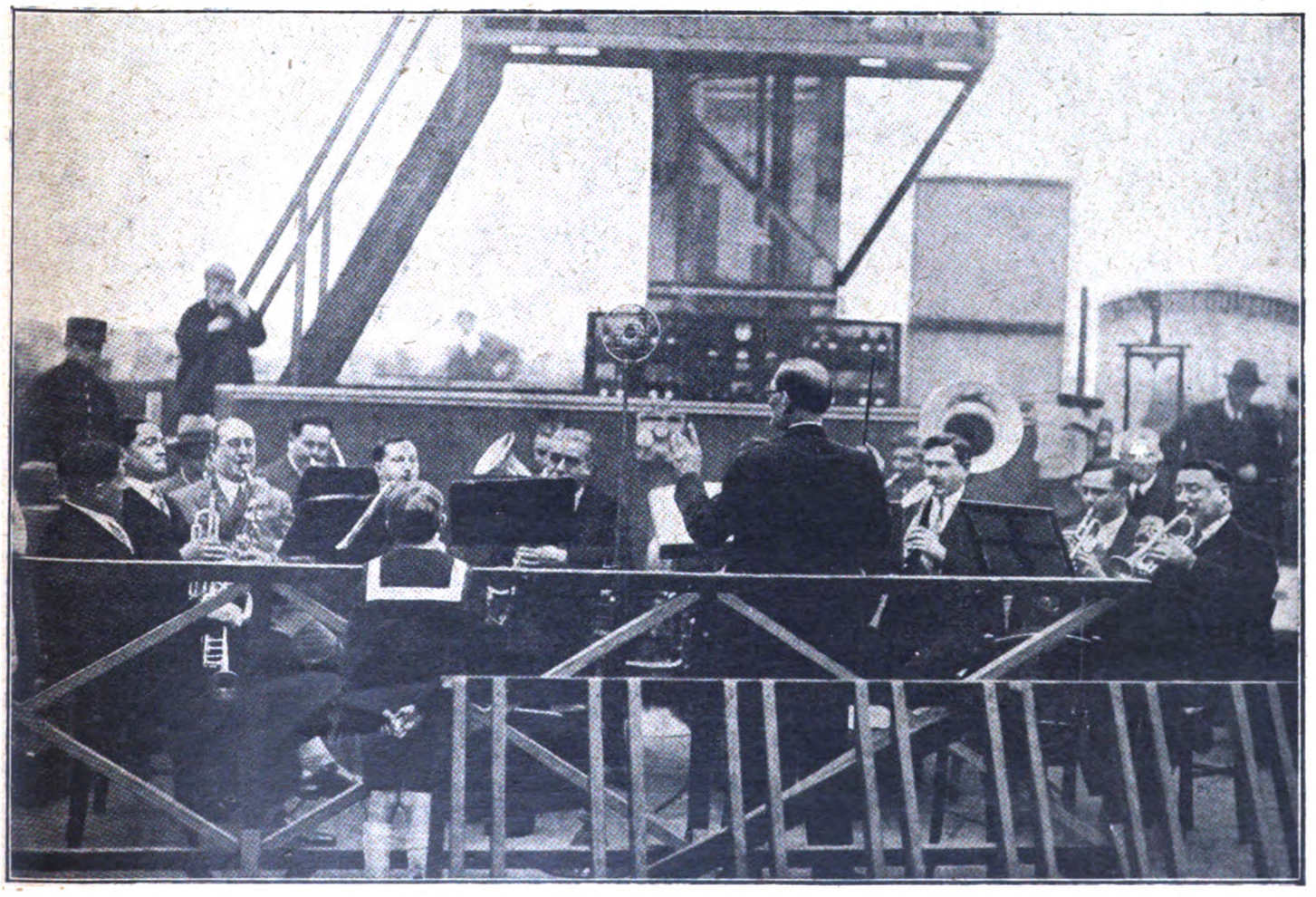
Digitized by Google

à un dixième de l'unité CGS correspondante.

D'après la loi de Faraday, **la masse d'électrolyte décomposé est proportionnelle à la quantité d'électricité débitée par la source et par suite à l'intensité du courant et au temps.**

On a trouvé expérimentalement qu'un coulomb, c'est-à-dire un ampère pendant une seconde, dégage, dans une solution d'eau acidulée, une masse d'hydrogène égale à 0,01035 milligramme. On en déduit que pour dégager un gramme d'hydrogène il faut 96.600 coulombs.

Ce rapport numérique peut servir de définition au coulomb et par suite à l'ampère. Mais il y a d'autres rapports numériques du même genre. La loi du 2 avril 1919 qui fixe les mesures légales françaises, donne la représentation suivante de **l'ampère international**: c'est l'intensité du courant uniforme qui dépose par seconde 0,001118 gramme d'argent par électrolyse d'une solution aqueuse de nitrate d'argent. Un dépôt de 0,001118 gramme d'argent équivaut d'ailleurs à un dépôt de 0,0003287 gramme de cuivre et il peut y avoir pratiquement intérêt à se servir d'une solution cuivreuse dont le dépôt est plus adhérent que celui de l'argent, de même, on a pour le **coulomb international** la représentation : quantité d'électricité correspondant au dépôt électrolytique de 0,001118 gramme d'argent ou 0,0003287 gramme de cuivre. Le premier de ces nombres est dit **valeur de Kohlrauch.**



L'ORCHESTRE DU VÉLODROME D'HIVER A PARIS

Il joue devant le micro et se trouve diffusé dans l'immense hall par de nombreux haut-parleurs

Digitized by Google

Propagation de l'électricité dans un fil conducteur

par J. GRANIER, Docteur ès Sciences

La propagation de l'électricité le long des fils est un problème très intéressant ; rien ne sert de produire de l'énergie électrique si on ne la transporte pas au point où on en a besoin.

On lira ci-dessous un exposé de la question et l'application des conclusions à divers cas pratiques ; on retrouvera notamment une équation de la chaînette donnant la répartition du potentiel le long d'une ligne sous tension continue ; curieuse analogie avec la courbe d'équilibre mécanique du conducteur ; ensuite, on trouvera une application aux câbles sous-marins et sous terrains avec rappel des données essentielles pratiques.

LES phénomènes de propagation sur fil sont d'un intérêt considérable tant au point, de vue théorique qu'au point de vue pratique. Etablissons-en les équations.

En chaque point du fil défini par sa distance x à l'origine, il existe à chaque instant t une tension v et un courant i, fonctions à la fois de l'abscisse x et du temps t.

Examinons d'abord le cas général où la ligne possède à la fois de la résistance ohmique, des fuites par défaut d'isolement de la self et de la capacité par rapport au sol, en supposant pour fixer les idées que le courant revient par la terre.

Soient par unité de longueur :

r la résistance ohmique;

f la conductance de fuites;

l la self inductance;

c la capacité.

La tension v entre le fil et le sol diminue à mesure qu'on s'éloigne de la source de courant à raison de $-\frac{dv}{dx}$ par unité de longueur. Cette diminution provient d'abord d'une chute ohmique $r\,i$ proportionnelle au courant, ensuite d'une chute inductive $l\frac{di}{dt}$ proportionnelle à la vitesse avec laquelle varie le courant.

D'où une première équation :

$$-\frac{dv}{dx} = r\,i + l\,\frac{di}{dt}$$

Le courant i diminue également, à raison de $-\frac{di}{dx}$ par unité de longueur. Cette diminution provient d'un courant de fuites $f\,v$ proportionnel à la tension, et d'un courant de capacité $c\frac{dv}{dt}$ proportionnel à la vitesse avec laquelle varie cette tension.

D'où la seconde équation :

$$-\frac{di}{dx} = f\,v + c\,\frac{dv}{dt}$$

Pour séparer i et v dans ces deux équations, dérivons la première par rapport à x, la deuxième par rapport à t.

Il vient :

$$-\frac{d^2v}{dx^2} = r\,\frac{di}{dx} + l\,\frac{d^2i}{dx\,dt}$$

et $$-\frac{d^2v}{dx\,dt} = f\,\frac{dv}{dt} + c\,\frac{d^2v}{dt^2}$$

d'où finalement :

$$\frac{d^2v}{dx^2} = r\,f\,v + (c\,r + l\,f)\,\frac{dv}{dt} + c\,l\,\frac{d^2v}{dt^2}$$

$$\frac{d^2i}{dx^2} = r\,f\,i + (c\,r + l\,f)\,\frac{di}{dt} + c\,l\,\frac{d^2i}{dt^2}$$

C'est l'équation des « télégraphistes » sous sa forme la plus générale. Elle est linéaire, à coefficients constants. Son intégration est extrêmement difficile dans le cas général, mais elle devient relativement aisée dans bon nombre de ces particuliers.

***

Examinon par exemple le régime permanent, en courant continu, pour une ligne en fil nu immergée dans l'eau de mer; ou encore une distribution d'éclairage dans laquelle les lampes sont régulièrement réparties le long d'une route, en dérivation.

Une des extrémités de la ligne est supposée connectée à une pile, l'autre extrémité est isolée; la tension v et le courant i sont indépendants du temps; les phénomènes de self et de capacité n'interviennent pas; il reste :

$$\frac{d^2v}{dx^2} + r\,f\,v \qquad \frac{d^2i}{dx^2} = r\,f\,i$$

Les valeurs de v et de i sont de la forme :

$$A\,e^{\sqrt{r\,f}\,x} + B\,e^{\sqrt{r\,f}\,x}$$

Si la ligne est indéfinie, il faut évidemment que v soit nu pour x infini, c'est-à-dire que $A = O$. La tension et l'intensité décroissent exponentiellement.

Si la ligne a une longueur finie L à l'extrémité qui n'est pas sous tension on a :

$$\frac{dv}{dx} = O$$

Transportons alors l'origine des abscisses à cette extrémité; les équations restent les mêmes, seules changent les constantes d'intégration.

Pour $x = o$ on doit avoir $\frac{dv}{dx} = o$,

c'est-à-dire :

$$A\sqrt{r\,f}\,f\,e^{o} - B\sqrt{r\,f}\,e^{o} = O = o \text{ d'où } A = B$$

c'est-à-dire que v est de la forme

Digitized by Google

$$v = 2\,A\,\frac{e^{\sqrt{rfx}} + e^{-\sqrt{\ }}}{2}$$

$$= 2\,A \cos h \sqrt{rfx}$$

Pour $x = L$ on a $v = Vo$ d'où $Vo = 2\,A \cos h \sqrt{rfL}$

de sorte que v est finalement de la forme :

$$v = V_0 \frac{\cos h \sqrt{rfx}}{\cos h \sqrt{rfL}}$$

A partir de l'extrémité mise sous tension, le potentiel diminue donc suivant une chaînette; à l'extrémité libre, la tangente est horizontale.

***

Voyons maintenant ce qui se passe dans le cas particulier d'un ébranlement sinusoïdal. Si l'on applique au départ une tension sinusoïdale, il est à prévoir qu'en chaque point, après une période d'établissement plus ou moins troublée, la tension sera sinusoïdale. Il ne nous reste donc plus qu'à déterminer en chaque point l'amplitude et la phase de la tension et de l'intensité. Nous pouvons donc essayer d'éliminer la variable « temps » et de nous débarrasser des dérivées partielles; pour arriver à ce résultat, l'emploi des notations imaginaires paraît tout indiqué.

En désignant par V et I les valeurs efficaces de v et de i du point d'abscisse x, les équations que nous avons écrites au début prennent la forme :

$$-\frac{dV}{dx} = (r + jl\omega)\ I$$

$$-\frac{dI}{dx} = (f + jl\omega)\ V$$

Pour obtenir V, dérivons la première équation, puis remplaçons-y $\frac{dI}{dx}$ par sa valeur tirée de la deuxième

$$-\frac{d^2V}{dx^2} = (r + jl\omega)\frac{dI}{dt}$$

$$= -(r + jl\omega)(f + jc\omega)\ V$$

ou encore

$$\frac{d^2V}{dx^2} = k^2\ V$$

en posant :

$$k^2 = (r + jl\omega)(f + jc\omega)$$

k étant un nombre complexe de la forme $(a + jb)$ qui s'appelle « constante de propagation ».

La solution de cette équation est de la forme :

$$V = A\,e^{kx} + B\,e^{-kx}$$

Pour un fil indéfini et homogène, on a :

$V = 0$ pour x infini, d'où $A = 0$

et $V = V_0$ pour $x = o$ d'où $B = V0$

On peut donc écrire :

$$V = V_0\,e^{-kx}$$

ou encore, en mettant en évidence dans k la partie réelle et la partie imaginaire pure :

$$V = V_0\,e^{-(a+jb)}$$

$$= V_0\,e^{-ax}e^{-jbx}$$

ce qui nous montre que le vecteur potentiel qui était V_0 au départ diminue et tourne à mesure que l'on s'éloigne de l'origine. A la distance x sa grandeur n'est plus que $V_0\,e^{-ax}$ et sa phase est devenue $-bx$. Si nous voulons nous débarrasser des notations imaginaires, nous l'écrirons :

$$v = V_0\,e^{-ax}\cos(\omega t - bx)$$

Ainsi, dans le cas d'un fil homogène et indéfini, nous avons des ondes qui se propagent en s'amortissant. Il en serait de même d'ailleurs pour un fil formé de tronçons différents ou comprenant un organe récepteur à condition que tout le long du circuit les valeurs de a et de b restent les mêmes. C'est pour cela que les appareils télégraphiques ou téléphoniques fonctionnant sur câble sont complétés par une « ligne artificielle », combinaison de selfs, de capacités et de résistances, qui sert à les adapter sur le câble utilisé en ramenant a et b à la valeur convenable.

***

Calculons la vitesse de propagation. Dans l'expression de v relative à une ligne indéfinie

$v = V_0\,e^{-ax}\cos(\omega t - bx)$

le cosinus reprend la même valeur quand $(\omega t - bx)$ varie de 2π, c'est-à-dire: en un même lieu quand ωt varie de 2π

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

est la période;

à un instant donné quand bx varie de 2π

$$\lambda = \frac{2\pi}{b}$$

est la longueur d'onde.

La vitesse de propagation a donc pour valeur :

$$\text{vitesse} = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{b}$$

C'est donc a qui règle l'amortissement et b qui règle la vitesse. Calculons ces deux coefficients dans quelques cas particuliers, spécialement intéressants, et pour cela reprenons l'équation qui donne k.

$k^2 = (r + jl\omega)(f + jc\omega) = (a + jb)^2 = a^2 - b^2 + 2jab$

Elle se décompose en :

$rf - lc\omega^2 = a^2 - b^2$ et $lf\omega + rc\omega = 2ab$

Appliquons ces relations à un câble sous-marin ordinaire; les fuites sont pour ainsi dire inexistantes, la self est négligeable; par contre, la résistance et la capacité sont très importantes (5 à 10.000 ohms et 1.000 microfarads pour un câble transatlantique). Les équations se réduisent à :

$0 = a^2 - b^2$ et $rc\omega = 2ab$

d'où l'on tire :

$$a = b = \sqrt{\frac{rc\omega}{2}}$$

La vitesse de propagation a pour valeur :

$$\sqrt{\frac{2\omega}{rc}}$$

Ainsi, l'amortissement et la vitesse dépendent de la fréquence; les fréquences élevées seront étouffées au bout d'une distance relativement faible. En télégraphie une tel câble ne pourra donc pas transmettre de signaux franchement délimités; les signaux reçus seront arrondis sur les bords car ceux-ci d'après le théorème de Fourier correspondent à des harmoniques de rang infini; en manipulant lentement et en recevant les signaux non plus au morse, mais à l'oscillographe, on pourra cependant, par l'examen des sinuosités du courant, reconnaître les signaux transmis. En téléphonie, les sons seront d'autant plus déformés que la ligne sera plus longue.

***

Pour essayer de compenser dans une certaine mesure l'influence de la capacité, on augmente artificiellement dans les câbles nouvellement mis en service la self inductance. Dans les câbles souterrains, on place chaque 2 km. environ une bobine de self (pupinisation) qui ne produit pas d'ailleurs de réflexion sensible car cette distance de 2 km. est faible vis-à-vis de la longueur d'onde. Dans lss câbles sous-marins, on enroule autour du conducteur un fil de permalloy.

Supposons d'abord que par une construction convenable du câble on réalise la condition :

$$lf = rc$$

en résolvant le système d'équations donné plus haut, on trouve alors immédiatement:

$$a = fr\,b = \omega\sqrt{cl}\ \text{vitesse} = \frac{1}{\sqrt{cl}}$$

Cette fois, la vitesse est rigoureusement indépendante de la fréquence, le câble transmet sans déformation des ondes de forme quelconque.

Mais une telle condition est difficile à réaliser rigoureusement. La capacité c qui dépend de l'épaisseur de l'isolant et la résistance r qui dépend du diamètre du fil ne peuvent pas, en effet, descendre au-dessous d'une certaine valeur; d'autre part, on réduit f autant que possible car

Digitized by Google

l'amortissement lui est proportionnel, de sorte qu'il faudrait donner à la self l une valeur exceptionnellement élevée.

Toutefois, même si la relation $lf = rc$ n'est pas remplie, à condition que c et l soient beaucoup plus importants que r et f, la vitesse a encore pour valeur $\sqrt{cl}$; l'amortissement étant alors plus important que dans le cas précédent, on est conduit, pour le compenser, à disposer de distance en distance sur le câble des amplificateurs à triodes.

***

Quel est l'ordre de grandeur de cette vitesse de propagation? Prenons par exemple des fréquences assez élevées pour que $c\omega$ et $l\omega$ soient prépondérants; la vitesse a pour valeur :

$$\frac{1}{\sqrt{cl}}$$

Appliquons cette formule à un fil de rayon R situé dans l'air à une distance d de la terre.

La capacité par unité de longueur a pour expression :

$$\frac{1}{2\log\frac{2d}{R}}$$

en unités électrostatiques et

$$\frac{1}{2\log\frac{2d}{R}\times\frac{1}{v^2}}$$

en unités électromagnétiques, v désignant le rapport des unités de quantité d'électricité dans ces deux systèmes.

D'autre part, la self par unité de longueur est, pour une distribution purement superficielle du courant :

$$2\log\frac{2d}{R}$$

d'où pour la vitesse la valeur :

$$\frac{1}{\sqrt{ce}} = v$$

Ainsi, la vitesse de propagation est égale dans ce cas à la vitesse de la lumière; elle est indépendante de la nature et des dimensions du fil. Ceci nous montre que, dans ces conditions, c'est le milieu isolant dans lequel est plongé le fil qui joue le rôle principal dans la propagation; le fil lui-même ne fait que canaliser l'énergie électromagnétique et l'empêche de se propager dans toutes les directions.

Dans un câble, la vitesse de propagation pour un ébranlement sinusoïdal est plus faible que la vitesse de la lumière et dépend en général de la fréquence. Pour un signal quelconque, elle est loin d'être définie. Qu'appelle-t-on, en effet, vitesse de propagation d'un signal qui se déforme pendant la propagation? En réalité, le front de l'onde se propage avec la vitesse de la lumière, c'est-à-dire qu'une seconde après la mise sous tension d'une extrémité le potentiel d'un point situé à 300.000 km. commence déjà à croître, mais le signal n'y devient pratiquement perceptible que quelques instants après. Ces résultats qui peuvent choquer au premier abord, n'ont cependant rien de bien étonnant et nous y sommes tout à fait habitués en ce qui concerne la chaleur. Approchons, par exemple, la main d'un poêle, nous sentons immédiatement la chaleur par rayonnement car, étant de même nature que la lumière, elle se propage dans l'éther à la vitesse de 300.000 km. par seconde. Mais tenons à la main un tisonnier et enfonçons-le dans le charbon incandescent; nous ne sentirons une brûlure que quelques instants plus tard, et encore progressivement; la propagation dans un câble s'effectue d'une manière analogue.

***

Les conditions théoriques précédentes permettront de se rendre compte des difficultés de tout ordre que l'on rencontre lorsqu'on veut établir des communications téléphoniques à longue distance. Si dans une transmission d'énergie à 50 périodes la présence de la self et de la capacité réparties ne sont pas trop gênantes, elles empêcheraient au contraire tout fonctionnement dans le cas de la transmission de la parole si l'on ne prenait pas de multiples précautions.

L'expérience a montré que les communications à longue distance ne pouvaient pas être réalisées sur des lignes aériennes avec une sécurité suffisante, celles-ci étant beaucoup trop exposées aux perturbations atmosphériques et aux parasites provenant des lignes de transmission d'énergie. Seul, le câble peut donner satisfaction à ce point de vue, soit qu'il soit enterré, soit qu'il soit suspendu à des poteaux. C'est, par exemple, un câble aérien qui relie le poste de T.S.F. de Sainte-Assise au poste de manipulation situé à Paris, et cette solution est particulièrement avantageuse lorsque ce câble est de petit diamètre; par contre, elle présente un certain nombre d'inconvénients qui la font rejeter dans bien des cas : variations de résistance entraînées par les changements de température et imposant des réglages fréquents, aspect peu esthétique nuisant à la beauté du paysage, destruction facile en cas de sabotage ou d'attaque par avions de bombardements. (Le câble de Sainte-Assise a été, un jour, traversé par la balle d'un chasseur). Aussi, la plupart des câbles français sont-ils souterrains et enterrés le long des grandes routes; la pose en est évidemment plus onéreuse, mais le fonctionnement est meilleur.

La protection mécanique du câble est quelquefois assurée par des conduites dans lesquelles il est tiré, mais, le plus souvent, ce câble est armé et enterré directement dans le sol sans précautions spéciales. L'armure joue, en outre, le rôle d'écran protecteur contre les courants industriels si elle est convenablement agencée. Contre l'induction électromagnétique occassionnée par le voisinage des lignes de transport d'énergie une armure en feuillard se montre particulièrement efficace; l'emploi de fil de fer est évidemment plus commode mais ne donne pas la même sécurité. Il est d'ailleurs indispensable que l'armure possède d'un bout à l'autre du câble une continuité parfaite, ce qui entraîne quelquefois de grosses complications tant au moment de la fabrication que pendant la pose.

L'armure en fer, précieuse au point de vue mécanique et au point de vue électromagnétique, ne suffirait pas pour protéger efficacement l'isolant de l'humidité; aussi est-il nécessaire d'intercaler entre les deux un tube de plomb ou d'alliage. Le plomb pur est rarement employé, d'abord parce que, trop mou, il se déforme facilement au moment de la pose, ensuite parce que sous l'influence des vibrations, en particulier, au passage de ponts ou sur les routes dures soumises à une circulation automobile intense, il cristallise peu à peu. Une addition d'antimoine le rend plus résistant aux vibrations ou aux déformations, mais le rend plus sensible aux corrosions. C'est encore l'alliage plomb-étain qui a donné les meilleurs résultats d'exploitation, mais il est d'un prix élevé et sa préparation est délicate.

L'établissement d'un réseau téléphonique à grande distance exige pour les principales artères l'enfouissement de plusieurs dizaines ou de plusieurs centaines de circuits. Il serait évidemment ridicule d'enterrer côte à côté des centaines de câbles armés à deux conducteurs et il est bien plus économique de constituer des câbles renfermant un grand nombre de conducteurs soigneusement isolés les uns des autres et protégés par une même armure. L'étude mathématique précédente montrant nettement les inconvénients d'une capacité répartie trop grande, on cherche à employer comme isolant un corps dont le pouvoir inducteur est aussi faible que possible, et on obtient ce résultat en utilisant simplement une spirale de papier enroulée autour des fils. Une des plus grosses difficultés consiste à réaliser ainsi un câble dont les caractéristiques ne varient pas d'un tronçon à l'autre et soient les mêmes pour tous les fils, autant pour ceux du centre que pour ceux de la périphérie, car, sinon, cette dissymétrie ferait apparaître un certain nombre de

Digitized by Google

phénomènes perturbateurs parmi lesquels les plus importants sont des accrochages de relais, des échos et de la diaphonie.

Les accrochanges se produisent dans les circuits à deux fils, c'est-à-dire ceux dans lesquels la parole circule dans les deux sens lorsqu'il y a couplage entre l'entrée et la sortie du relais; ce phénomène est tellement connu des sans-filistes qu'il est inutile d'insister; pour éviter de accrochages le mieux est évidemment d'employer des circuits à 4 fils, fonctionnant deux dans un sens et deux en sens inverse, mais le prix de revient est forcément plus élevé.

Les échos se produisent sur les lignes très longues par réflexion aux extrémités, et ont d'autant plus gênants que la pupinisation a été poussée plus loin; on a mis au point des « étouffeurs d'écho » qui donnent entière satisfaction.

Et enfin la diaphonie est le phénomène qui fait qu'une conversation échangée sur un circuit peut être entendue par induction électrostatique ou électromagnétique sur un circuit voisin; elle ne peut être évitée que par une surveillance constante tant en cours de la fabrication du câble proprement dit que du câblage des stations de relais.

Les nécessités économiques ont conduit à placer dans un même câble des circuits devant être exploités les uns au téléphone, les autres au télégraphe. Il en résulterait pour les premiers de graves inconvénients si on ne prenait pas de précautions spéciales; aussi a-t-on soin de réserver pour la télégraphie des circuits spéciaux non pupinisés placés au centre du câble sous écran d'aluminium. Une autre solution beaucoup plus élégante utilise la télégraphie harmonique, c'est-à-dire transforme les courants télégraphiques en courants alternatifs; de la sorte pendant le transport, rien ne distingue un courant télégraphique d'un courant téléphonique, ce qui simplifie considérablement l'équipement des stations de relais.

Voici enfin, pour terminer, les caractéristiques des câbles employés pour l'équipement de la ligne Paris-Strasbourg :

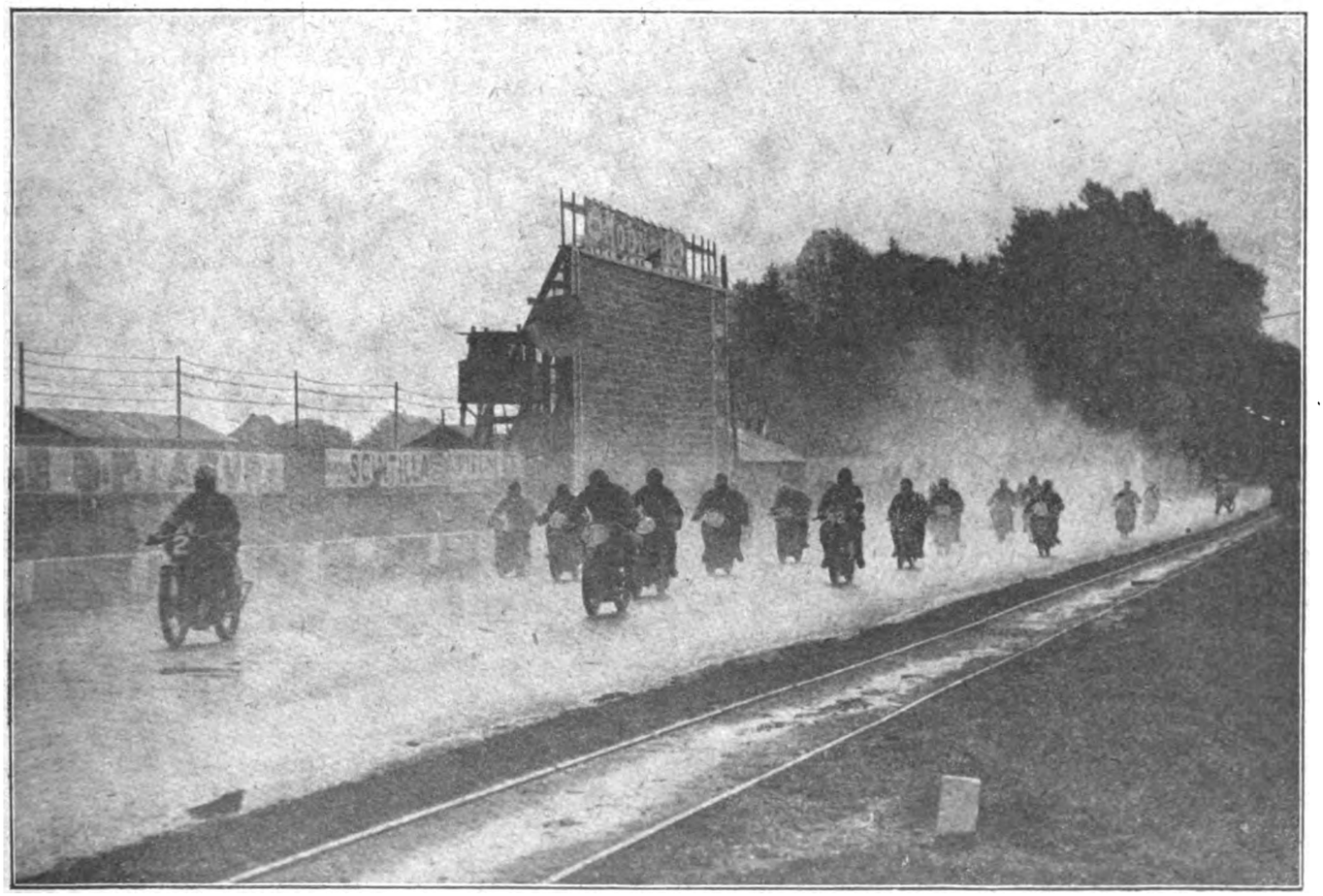
Diamètre des conducteurs : 1,3 mm.;

Distance de deux bobines de self : 1.830 m.;

Inductance de chaque bobine : 0,17 henry;

Distance des stations de relais : 75 kilomètres.

L'étude mathématique faite au début de cet article a examiné spécialement le cas où la propagation se faisait sur un fil indéfini; si le fil est limité et c'est le cas qui se présente pour les antennes, il y a production d'ondes stationnaires et nous réserverons leur étude pour un article prochain.



GRAND PRIX DE L'U. M. F. A PAU
21 Septembre 1930. — Le départ

Digitized by Google

REVUE DES PICK-UPS

par A. LIPOUG

La présente revue est, comme son titre l'indique, réservée à l'étude méthodique des pick-up.

Le lecteur y trouvera donc avec l'énoncé très détaillé des principes, la description non moins complète des modèles existants.

Nous pensons en procédant ainsi, rompre avec la coutume qui tend à confiner l'étude technique dans l'abstrait et l'idéal.

C'est, pensons-nous encore, la seule façon de bien servir le lecteur en le renseignant bien sur ce qu'il est appelé à utiliser, car c'est chez les constructeurs que la théorie est mise en pratique au goût du jour.

Nous prions le lecteur que le fonctionnement des microphones et téléphones intéresserait, de se reporter aux numéros 20, 22, 24, 25, 30, 32, du « Q. S. T. », où M. Olinet a traité cette question d'un bout à l'autre.

NOUS avons vu dans un précédent article, les principes qui présidaient à la construction des lecteurs phonographiques.

Nous les rappellerons ici très sommairement, renvoyant le lecteur, pour plus de détails, à l'article cité.

Tout d'abord, on conçoit bien que si l'on place une palette mobile en fer devant un électro-aimant, que les variations de position de la dite palette agiront sur la répartition du champ magnétique issu de l'électro-aimant.

Les variations de répartition du champ se répercutent dans l'enroulement de l'électro-aimant, ce qui y détermine la naissance d'une force électro motrice d'induction et un courant, si l'on ferme le circuit.

Il faut remarquer que, du fait de son caractère d'électro, un tel système suppose l'emploi d'une source de courant continu séparée, celle-ci prévue pour fournir l'*excitation*.

C'est le cas-type de tous les appareils électriques *à excitation séparée*.

On économise cette dernière source en utilisant directement un aimant qui fournit le champ nécessaire.

Le plus grand nombre des pick-up offerts dans le commerce sont établis suivant ce principe excellent et simple.

On voit, somme toute, que le problème du pick-up est sensiblement le même que celui de l'écouteur ou du haut-parleur sauf que, suivant une formule qui a fait fortune, c'est exactement le contraire.

En effet, l'écouteur est fait pour recevoir du courant et de ce fait fournir un travail mécanique.

Le pick-up, au contraire, reçoit une impulsion mécanique et rend une énergie électrique.

On peut pousser la comparaison encore plus loin en rapprochant les écouteurs et haut-parleurs électro dynamiques et les picks-up du même nom.

(N. D. L. R.) — Nous renvoyons le lecteur à une étude parue sur cette comparaison dans les *Q. S. T.*, sous la plume de M. Olinet.

Il est superflu d'énoncer ici le principe de ces appareils.

Tout le monde sait, en effet, que l'on a une *bobine mobile* parcourue par le courant téléphonique et placée dans un champ magnétique constant.

Les variations du courant musical produisent à leur tour un champ dans la bobine mobile et ce champ procure des attractions ou des répulsions de la part du champ permanent d'où mouvement et oscillation de l'équipage mobile.

Comme celui-ci est formé par la bobine mobile et son cône, on comprend facilement qu'il y a formation et rayonnement d'ondes sonores.

Dans le pick-up du même nom c'est encore le contraire en ce sens que la palette vibrante porte une bobine qui, de ce fait, est mobile et que c'est dans celle-ci que prend naissance le courant musical d'induction.

Disons tout de suite que ce modèle a été à peu près abandonné au profit du pick-up électro-magnétique simple équilibré.

Quoi qu'il en soit, les variations de champ magnétique créent dans l'enroulement de l'électro-aimant des courants qui reproduisent les mêmes variations et qui peuvent être mis en évidence directement au moyen d'un écouteur téléphonique ou indirectement à travers un amplificateur à lampes.

Ce dernier point pose le principe de l'amplification phonographique.

Mais un pick-up aussi rudimentaire, qui peut être réalisé au moyen d'un simple écouteur de téléphone, a un rendement assez faible.

(Tout au moins, moins bon que ces appareils spécialement construits dans ce but. N. D. L. R.)

On a songé pour obtenir de meilleurs résultats à doubler le système.

On prévoit à cette fin, un dispositif symétrique et on s'arrange pour que *l'éloignement* de l'armature par rapport à un système donne un courant d'un certain sens pendant que le *rapprochement* de la même armature, et au même moment, par rapport à l'autre système produise encore un courant de même sens.

(Ce qui implique seulement que le champ coupé l'est de sens contraire N. D. L. R.)

Rien n'est d'ailleurs plus simple et on voit qu'il suffit, pour atteindre le résultat proposé de donner aux pôles de l'aimant permanent, créant le champ des noms divers pour les extrémités en regard; un rapprochement par rapport à un pôle Sud correspond, en effet, à un éloignement pour un pôle Nord.

Aussi, on voit qu'il est possible, au moyen de dispositifs convenables, d'augmenter le RENDEMENT d'un pick-up.

(Notre collaborateur entend par rendement l'efficacité d'un système. N. D. L. R.)

Mais de même qu'en T. S. F. on parle en matière de reproduction électrique de SENSIBILITÉ et de PUISSANCE.

Digitized by Google

Voici ce qu'il faut entendre par ces différents termes.

On sait, d'une façon générale, qu'il y a *antagonisme* entre la sensibilité et la puissance et qu'il faut opter pour l'un ou l'autre de ces termes ou se contenter d'un *compromis*.

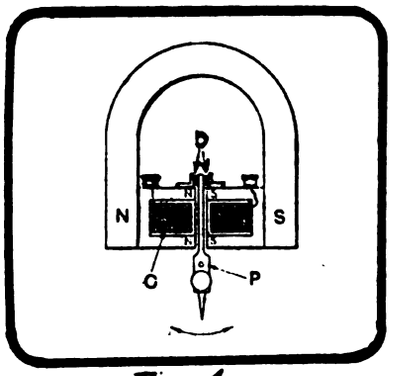


Fig. 1

Il y a aussi des effets secondaires qu'il convient de citer.

Avant de passer à cet examen, disons, en première approximation :

1° Qu'un pick-up sensible doit être léger (pour fouiller convenablement les moindres détails) ;

2° Qu'un pick-up puissant doit être lourd ou plus exactement doit avoir une grande masse (car le champ doit être très puissant).

Signalons en passant la solution intermédiaire qui consiste à prendre un bras équilibré par un contrepoids.

C'est un excellent moyen pour passer de sensibilité à puissance d'une façon rigoureusement continue.

Voyons, pour que notre étude soit complète, ce qui se passe quand le pick-up est cette fois, ou trop léger ou trop lourd.

1° Un pick-up trop léger peut résonner sur les notes basses, ce qui est surtout une question de construction, et est facilement chassé hors du sillon pour les fortes amplitudes de l'enregistrement.

2° Un pick-up trop lourd pèse fortement sur le disque, diminue la vitesse de rotation du disque et arrive même à arracher les sillons d'où usure prématurée.

Avant de quitter ce sujet, il est encore utile de dire que le rendement, la qualité et la puissance varient dans de fortes proportions suivant la nature de l'aiguille utilisée et l'enregistrement reproduit.

Aussi un pick-up qui donnera 0,25 volt avec une aiguille normale pourra donner 0,1 ou 0,2 avec une aiguille faible ou usée.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer l'effet des tampons de caoutchouc qui servent de butoirs pour l'armature.

Là encore, comme dans tout ce qui précède, tout est affaire de bon sens : des butoirs qui ne permettent pas une libre élongation de la palette, donc de l'aiguille, ne permettent pas à cette dernière de suivre le détail de l'enregistrement et tendent à briser les sillons.

Ces principes posés, il semble que les techniciens puissent s'en tenir à leur utilisation de plus en plus perfectionnée.

La vérité est toute autre et ce stade atteint, ils partent pour la conquête d'un suivant.

C'est ainsi que l'on a vu paraître sur le marché des picks-up dits *différentiels*, se divisant eux-mêmes en deux classes suivant que l'armature (porte aiguille) est également ou inégalement chargée.

La figure 1 montre la coupe d'un de ces appareils.

L'aimant N S est prolongé par des pièces polaires *n s* qui renferment d'autre part l'enroulement dans lequel naît le courant induit.

D sont les butoirs de caoutchouc déjà cités et P le pivot sur lequel oscille l'armature porte-aiguille.

La figure 2 montre le parcours du circuit magnétique suivant la position de l'armature :

a) D'équilibre; b) à gauche et c) à droite.

Ces dispositifs sont intéressants parce qu'ils évitent les distorsions aux grandes amplitudes lesquelles sont difficilement évitables dans les systèmes plus simples.

La figure 3 montre une disposition de ce genre et qui est obtenue dans le modèle construit par REISS.

Un autre modèle de ce genre est le LŒWE que nous représentons fig. 4.

L'armature porte-aiguille est tubulaire, elle est montée de telle sorte qu'elle pivote normalement à une faible distance au-dessous de l'aiguille.

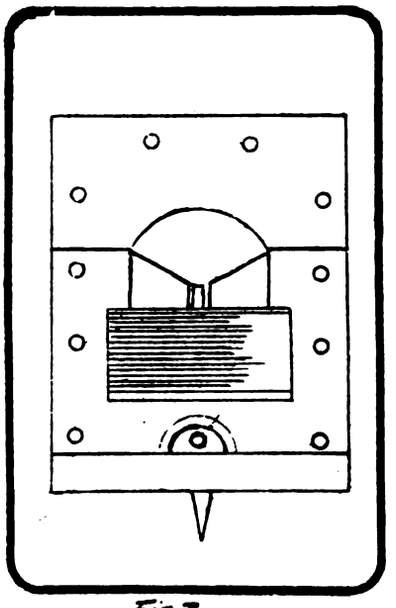


Fig 3

L'amortissement est réalisé symétriquement près de l'axe et aussi à l'extrémité supérieure de l'armature.

Il est à remarquer autant pour son montage différentiel que pour son faible poids qui lui assure une assez grande indépendance par rapport aux fréquences à reproduire, d'où traduction fidèle de l'enregistrement.

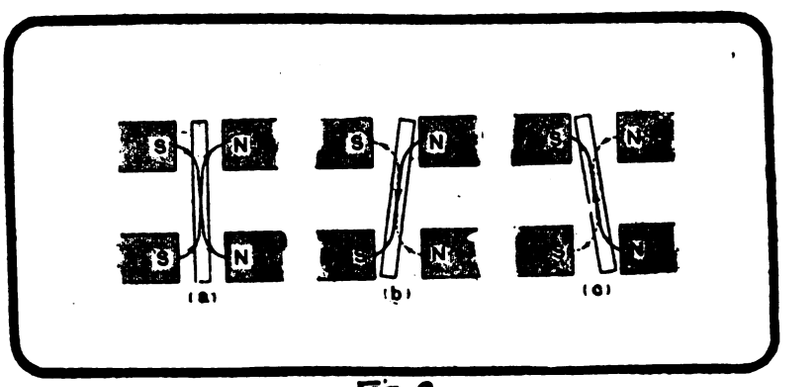


Fig. 2

Mais, et voici une autre preuve que l'on ne peut allier la puissance et la qualité, de petites dimensions imposent de faibles enroulements, du moins quant aux nombre de tours, de sorte que les courants produits sont relativement faibles.

Digitized by Google

Des mesures assez sévères nous ont montré que la tension fournie est à peu près constante entre 250 et 2.000 périodes, ce qui peut être considéré comme satisfaisant.

Au-dessous de la plus petite fréquence, la tension tombe assez vite, mais avec nos lampes actuelles, le rendement est encore bon. (Ce qui n'empêche pas une distorsion mais celle-ci est corrigée par notre oreille N. D. L. R.)

La conclusion qui se dégage du présent article est que le pick-up, véritable alternateur miniature, peut être rendu plus efficace en doublant ses organes et en les montant en opposition, ce qui est nécessaire puisque les effets, dans chaque moitié de l'ensemble, sont opposés et qu'il faut finalement s'arranger pour les additionner. (Ceci ne sera pas fait pour étonner le lecteur qui connaît les qualités des montages en opposition au push-pull. N. D. L. R.)

Ce perfectionnement est *quantitatif*, il peut être rendu *qualitatif* en complétant le tout par la satisfaction de conditions de symétrie : a) électrique et b) mécanique.

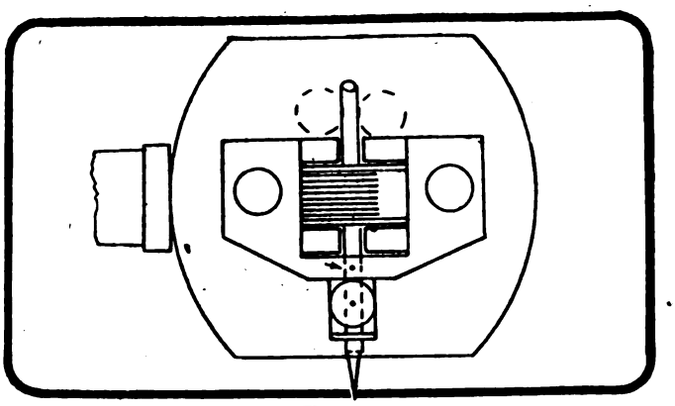


Fig 4.

C'est qu'il ne suffit pas de bien partager et équilibrer les circuits électriques et magnétiques, il faut encore s'assurer d'une bonne répartition de la charge de l'aiguille et ce, de part et d'autre de son pivot.

Mais c'est encore là une loi de symétrie laquelle se révèle d'une application fort étendue.

L. Sposato.

Digitized by Google

Calcul facile des impédances par la méthode graphique

par A. MARTIAL

La plupart des problèmes usuels de courant alternatif peuvent être résolus d'une façon très élégante par la méthode graphique.

Cette méthode trouve dans la réalité la concurrence des «imaginaires», lesquels supposent chez l'opérateur certaines connaissances mathématiques.....

Nous n'osons dire qu'il n'en est pas de même avec la méthode géométrique mais nous tenons pour acquis que celle-ci peut être appliquée sans difficulté à la condition de s'en donner la peine.

La chose mérite d'être signalée et d'autant plus que trop d'auteurs en indiquent le début mais sans en poursuivre l'application.

Nous espérons donc en publiant ce travail donner un nouveau moyen d'action à tous les esprits studieux.

Nous nous proposons, particulièrement, dans l'article qui suit, d'étudier la façon de traiter géométriquement la plupart des problèmes de courants alternatifs.

Cette façon de procéder est en effet d'une séduisante simplicité et, pour le peu que l'on possède quelques notions sommaires de « trigo », on se trouve à même de résoudre sans difficulté toutes les questions rencontrées en pratique.

Pour rendre ce travail accessible à tous nos lecteurs, nous commençons véritablement par le commencement, nous fixant une progression continue des sujets traités.

C'est ainsi que nous débuterons par l'examen de la fonction sinusoïdale *laquelle est la clef de voûte de tout raisonnement un peu poussé.*

I. QU'EST-CE QU'UNE FONCTION SINUSOIDALE?

QUAND on considère un *mouvement alternatif* quelconque, on voit qu'il obéit à la *loi du sinus.*

- C'est le cas, par excellence, des courants périodiques que l'on utilise dans l'industrie et en T. S. F.

Le sujet est donc *d'ordre général* et demande pour être traité des *notions de trigonométrie.*

Outre que ces questions sont simples — puisqu'elles se ramènent à la connaissance des *propriétés du cercle* — elles ont l'avantage d'obliger l'opérateur à poser sur le papier des *grandeurs géométriaues.*

Ces grandeurs, qui sont des *vecteurs*, ont, à leur tour, l'avantage de donner le moyen de traiter *graphiquement* toutes les questions du *courant alternatif.*

Nous demandons ici au lecteur de ne pas s'effrayer inutilement des termes qui n'ont véritablement rien de mystérieux.

Disons, pour le mettre en confiance, que nous procéderons *très méthodiquement,* définissant les choses avant de voir ce qu'on peut en faire.

Nous espérons ainsi mettre à la portée de tous des notions qui paraissaient jusqu'ici appartenir à un petit nombre d'initiés.

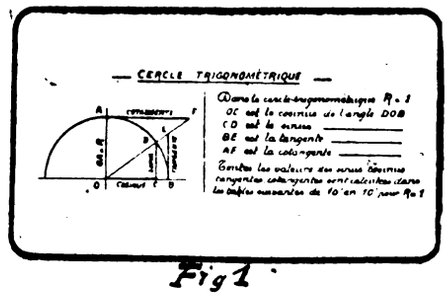


Fig 1

Disons encore que la chose est rendue possible par l'emploi de la *méthode graphique* dont l'application ne nécessite pas, si l'on peut dire, de connaissances spéciales.

Ces points fixés, entrons dans le vif du sujet.

---

(1) Extrait du formulaire du métallurgiste.

Voici d'abord ce qu'il faut connaître sur la *trigonométrie* : (1).

Voyons maintenant, avec ce que nous venons d'apprendre ce que c'est qu'une *fonction périodique sinusoïdale.*

Imaginons un pendule (*p*) (figure 2) oscillant autour d'une position d'équilibre (*a*).

Situons ce pendule en I et dessinons en II la *courbe* qui représentera ses allées et venues autour de sa position d'équilibre.

La courbe II est une projection perpendiculaire qui, reportée horizontalement, donne une grandeur tournante O A représentée en III.

En ramenant à la verticale la représentation de III on obtient un *cercle trigonométrique* et un *vecteur tournant* O A, représenté par IV.

La première constatation que l'on peut faire est celle des égalités :

$$\overline{AB} = \overline{OA}$$

Chacun de ces termes étant égal au rayon et représentant — c'est le cas de le dire — le même *rayon vecteur.*

Digitized by Google

L'angle fait par les deux longueurs O A et O B dépend évidemment de leur position et se mesure par une *tangente angulaire.*

Si la longueur découpée sur la circonférence est égale à l'une des deux longueurs $\overline{O\ A}$ ou $\overline{O\ B}$ c'est-à-dire au rayon, l'angle fait par O A et O B est égal à un *radian.*

Ce *radian* aura une certaine valeur en *degrés* que l'on trouvera par le raisonnement suivant :

Comme la circonférence vaut $2\pi R$, on aura, sachant que $2\pi R = 360°$, la valeur de R en faisant l'opération :

$R = 360°/2\pi =$

$360°/6{,}28 = 57°\ 15'\ 45''$

On en conclut que la circonférence (360°) vaut 2π *radians.*

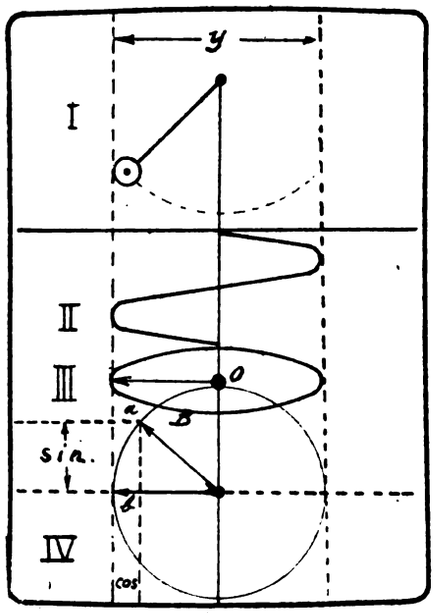


Fig 2

En appelant ω la vitesse augulaire exprimée en radians par seconde et R, le rayon du *cercle parcouru*, l'amplitude variable y du mouvement, compté à partir du temps *t*, aura pour expression :

$$y = R \sin \omega t$$

Relation dans laquelle R est un ordre de grandeur représenté graphiquement par un *rayon.*

La projection *a b* se fait sur l'axe horizontal, lequel est celui des temps *t.*

On voit que l'amplitude y est égale à R ($R = \overline{O\ A} = \overline{O\ B}$) et au sinus de l'angle fait par le vecteur tournant O B.

L'amplitude y varie donc comme le sinus de l'angle fait par le rayon R ce qui permet de dire qu'elle suit la loi du sinus.

La courbe représentant cette variation est conforme à celle figurée en II et pour la même raison est dite sinusoïdale.

Il en résulte encore que la valeur de la projection *a b* varie comme le sinus de l'angle fait par le rayon sur l'horizontale.

On voit en se reportant à la figure — courbes II, III et IV, que ses principales valeurs successives sont :

Projection *a b* = à zéro quand *a* est à 0 degré.

Projection *a b* = à max quand *a* est à 90 degrés.

Projection *a b* = à zéro quand *a* est à 180 degrés.

Projection *a b* = à max quand *a* est à 270 degrés.

Projection *a b* = à zéro quand *a* est à 360 degrés.

II. QUELQUES DEFINITIONS NECESSAIRES

Quand l'angle fait par le vecteur tournant n'est pas nul à l'origine, c'est-à-dire quand il est décalé en avant ou en arrière d'un certain angle que l'on désigne par φ on dit que le mouvement est caractérisé par un *angle* de phase égal à φ.

L'équation générale du mouvement devient alors :

$$y = R \sin (\omega t + \varphi)$$

La fonction périodique y reprend aussi la même valeur chaque fois que l'angle $\omega t + \varphi$ augmente de 2π, c'est-à-dire à chaque *période.*

Si on appelle T cette période, on a :

$\omega t\ (t + T) + \varphi = \omega t + 2\pi + \varphi$

et $\omega t = 2\pi$, d'où $T = 2\pi/\omega$

et $\omega = 2\pi/T$

ce qui donne $\omega t = (2\pi/T)\ t$

La *fréquence* se trouve alors entièrement définie par

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

égalité d'où l'on tire la valeur de la pulsation ω du courant laquelle est :

$$\omega = 2\pi f$$

III.

COMMENT ON ADDITIONNE DES FONCTIONS DE MEME PERIODE

Considérons les deux fonctions sinusoïdales dont on veut faire la somme.

soient $y_1 = R_1 \sin (\omega t + \varphi_1)$

et $y_2 = R_2 \sin (\omega t + \varphi_2)$

On aura :

$$y = (R_1 \cos \varphi_1 + R_2 \cos \varphi_2) \sin \omega t + (R_1 \sin \varphi_1 + R_2 \sin \varphi_2) \cos \omega t$$

On peut aussi poser :

$$\frac{R_1 \sin \varphi_1 + R_2 \sin \varphi_2}{R_1 \cos \varphi_1 + R_2 \cos \varphi_2} = \text{tg}\ \beta$$

ce qui donne :

$$y = \sqrt{R^2_1 + R_2^2 + {}_2R_1 R_2 \cos} \left[(\varphi_2 - \varphi_1) \sin \omega t - \varphi \right)$$

ou équation d'une sinusoïde de même période mais non de même phase que les deux composantes.

Transportons le problème sur le papier et voyons ce qui se passe.

Posons deux axes rectangulaires Ox et Oy par l'origine O desquels nous porterons 1° la droite $\overline{O\ A_1} = R_1$ et faisant avec Ox un angle α_1 et 2° la droite $\overline{O\ A_2} = R_2$ et faisant avec Ox un angle α_2.

Les droites O A_1 et O A_2 sont des vecteurs qui définissent les fonctions y_1 et y_2 par le mécanisme que nous avons vu plus haut.

Si nous appliquons la *règle du parallélogramme* telle qu'on l'apprend en géométrie on trouve une diagonale $\overline{O\ B}$.

Le parallélogramme a alors pour valeur O A_1 et B A_2 et en projetant sa diagonale et les deux côtés sur les axes on trouve :

$\overline{O\ B'} = R_1 \cos \varphi_1 + R_2 \cos \varphi_2$ et

$\overline{O\ B''} = R_1 \sin \varphi_1 + R_2 \sin \varphi_1$

Il s'ensuit que l'on a, par voie de conséquence, l'égalité suivante :

$$\overline{O\ B} = \sqrt{\overline{O\ B'^2} + \overline{O\ B''^2}} =$$

$$\sqrt{R_1^2 + R_2^2 + {}_2R_1 R_2 \cos (\varphi_2 - \varphi_1)}$$

et

$$\text{tg. B O } x = \frac{R_1 \sin \varphi_1 + R_2 \sin \varphi_2}{R_1 \cos \varphi_1 + R_2 \cos \varphi_2}$$

La fonction résultante $y = y_1 + y_2$ *se trouve donc complètement définie par la diagonale construite à l'aide des vecteurs représentatifs de* y_1 *et* y_2.

Enfin l'angle de la diagonale avec Ox définit l'angle de phase de la fonction résultante.

On peut traiter n'importe quel nombre de fonctions composantes à la condition de représenter chacune d'elles par un vecteur dont la *grandeur et la direction* seront connues.

L'amplitude et l'angle de phase de la résultante pourront encore être déterminés par la méthode graphique.

En se reportant à la figure 3, on voit que l'on peut faire tourner le parallélogramme O A_1 B A_2 autour du centre avec une vitesse angulaire ω ce qui, en procédant aux projections sur Oy des côtés $\overline{O\ A_1}$ et $\overline{O\ A_2}$ de la diagonale $\overline{O\ B}$ donnera en *grandeur et en direction* les valeurs des fonctions y_1 *et* y_2 et celle de leur

Digitized by Google

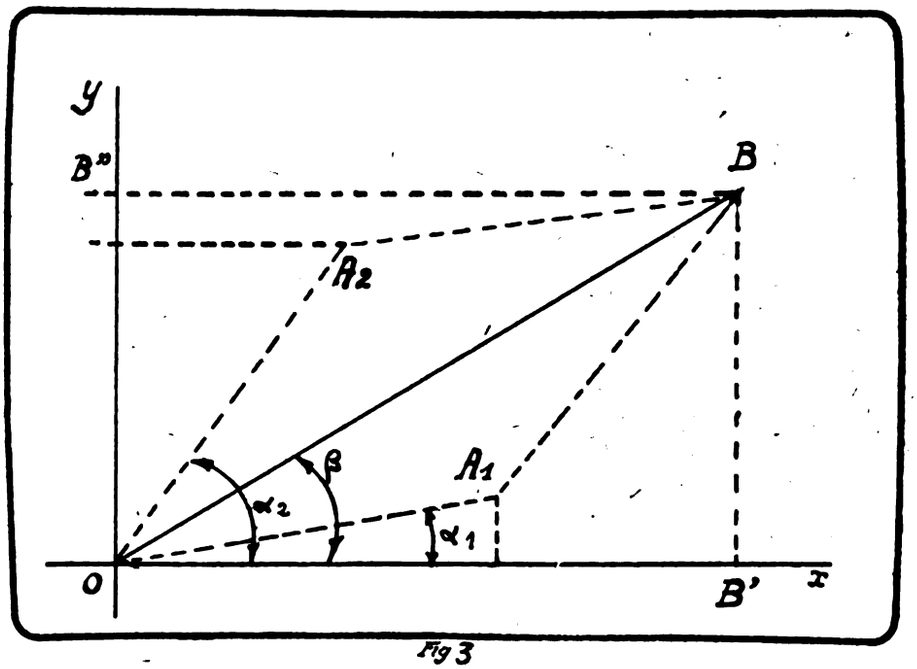


Fig 3

résultante *y*, le tout considéré à un temps *t* indéterminé.

L'amplitude de la résultante *y* est une constante car les fonctions composantes y_1 et y_2 ont une même fréquence et des angles de phases qui restent égaux pendant toute la durée de la période.

Cette opération a pour effet de déterminer à un moment quelconque les *valeurs instantanées* du courant.

Au point de vue pratique on a plus d'intérêt à connaître 1° les valeurs efficaces et 2° les différences d'angle de phase qui peuvent se produire entre les différentes fonctions.

Comme on a aussi à considérer un nombre quelconque de fonctions sinusoïdales de même période mais d'amplitude et d'angle de phase différents on procède à une addition de vecteurs comme le montre la figure 4.

La première connaissance indispensable est celle de la grandeur et de la direction des vecteurs, cette direction étant considérée comme prise à l'origine O des temps.

Le choix de cette origine est arbitraire pour l'une des fonctions et on prendra comme origine des phases le vecteur représentant la fonction y_1. On mesurera ensuite sur l'axe Ox une longueur $\overline{O A} = y_1$ puis on mènera par B, le vecteur $\overline{A B}$ que l'on fera égal à y_2 et faisant avec Ox, un angle $\varphi 2$ égal en grandeur et en signe à la différence de phase des fonctions y_1 et y_2. On tracera ensuite, par le point B, le vecteur $\overline{B C}$ définissant la fonction y_3, puis de C, le vecteur $\overline{C D}$ d'angle $\varphi 4$, ce qui donne un *polygone de vecteurs* que l'on ferme en $\overline{O D}$.

La ligne $\overline{O D}$ définit alors l'ordre de grandeur et la phase de la fonction résultante.

Les formules classiques interviennent ici pour définir les valeurs efficaces de la tension *e* et *et* de l'intensité *i*.

Nous citons pour mémoire :

Connaissant l'amplitude de la résultante on a :

$$e = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \text{ et } i = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Sachant que l'amplitude et la valeur efficace sont la même pour toutes les fonctions composantes, on peut construire l'épure en prenant les valeurs efficaces des fonctions ce qui réduira les longueurs des vecteurs dans le rapport de $\sqrt{2}$ à 1.

Cette façon de procéder est très commode puisque les valeurs efficaces sont celles indiquées par les instruments de mesure et aussi celles qui interviennent pour exprimer la *puissance*.

IV. COMMENT RESOUDRE GRAPHIQUEMENT LES PROBLEMES DE COURANT ALTERNATIF

Nous entrons, avec cette question, dans le cœur de notre sujet.

Cependant nous ne pouvons y accéder que si nous donnons ici la résolution de *l'équation fondamentale du courant alternatif*.

Le premier formulaire venu vous indiquera qu'elle s'écrit :

$$E = R I + L \frac{dI}{dt}$$

Sans en faire l'analyse voyons ce qu'elle signifie :

Imaginons d'abord un circuit ayant *self* < = L + L'; *Résistance* R et *Capacité* C.

Un appareil de mesure A indique à tout moment la valeur de l'intensité du courant qui circule dans le circuit.

Aussi, si on se fixe une *intensité efficace* i,on verra qu'il faudra pour que cette intensité reste constante appliquer au circuit une force électromotrice dont la valeur E est définie par l'équation qui précède.

Le problème posé graphiquement aura pour expression :

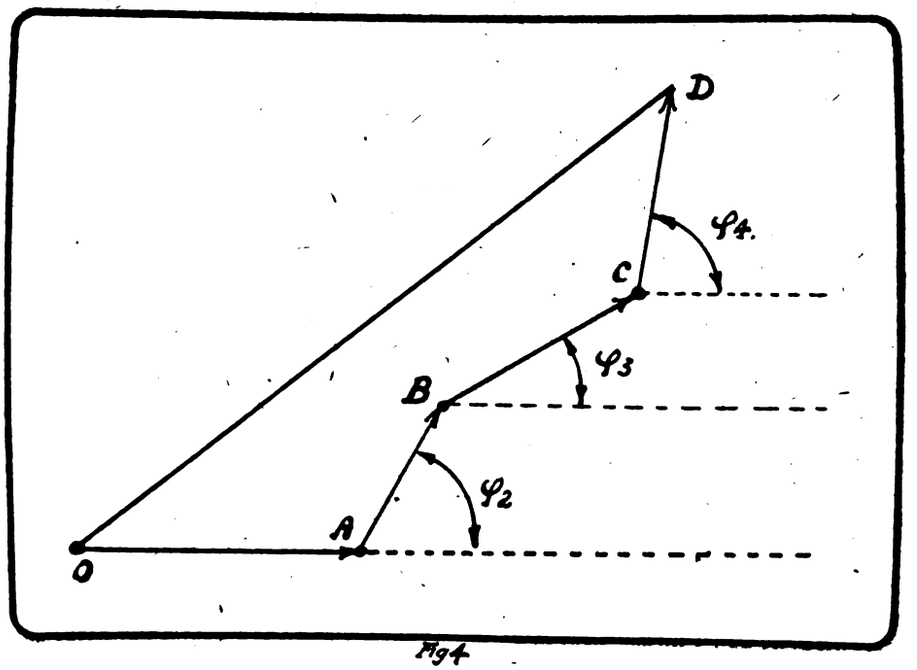


Fig 4

Digitized by Google

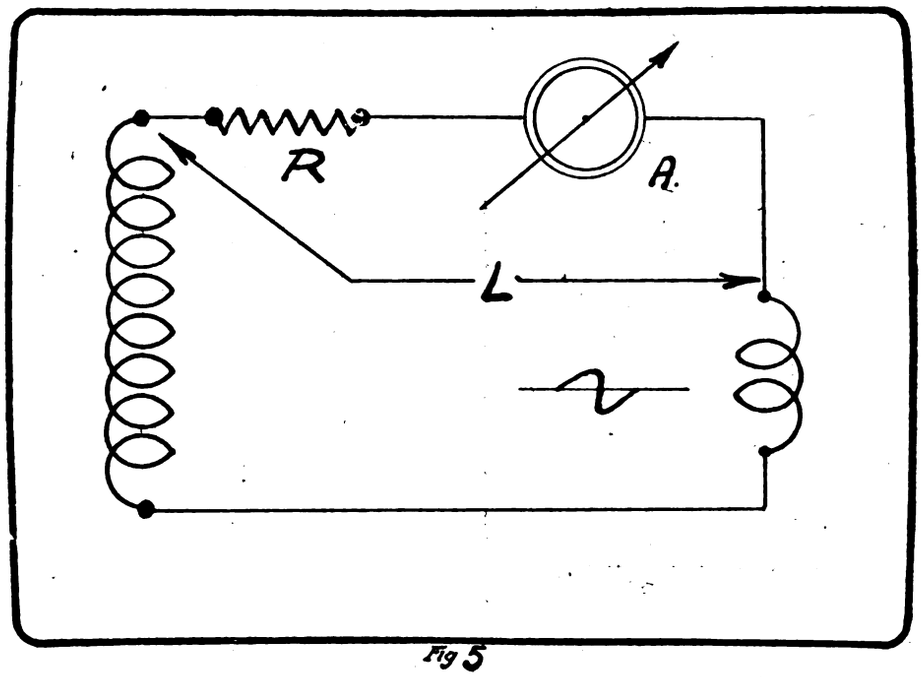


Fig 5

1° Un vecteur qui représentera R I;

2° Un vecteur qui représentera L $\frac{dI}{dt}$

3° Un vecteur qui sera l'hypothénuse du triangle formé par les vecteurs 1 et 2 et qui représentera la fonction E.

En prenant comme origine des phases, le vecteur du courant et sur la droite Ox (figure 6) mesurons à une échelle convenable une longueur $O\,A = R\,i$.

La fonction dérivée L $\frac{di}{dt}$ sera alors représentée par un vecteur de longueur $L\,\omega\,i$ en avance de $\pi/2$ sur O A.

Ceci connu, on élève à partir du point A une perpendiculaire $A\,B = L\,\omega\,i$ et on joint O B par une droite qui est, comme nous l'avons dit plus haut l'hypothénuse $\overline{O\,B}$ du triangle A O B.

Son expression mathématique sera la formule bien connue des sans-filistes et qui s'écrit :

$$e = i\sqrt{R^2(L\,\omega)^2 + }$$

L'angle de phase de la f. c. m. sur le courant sera :

$$\varphi = \text{arc tg}\,\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}} = \text{arc tg}\,\frac{L\omega}{R}$$

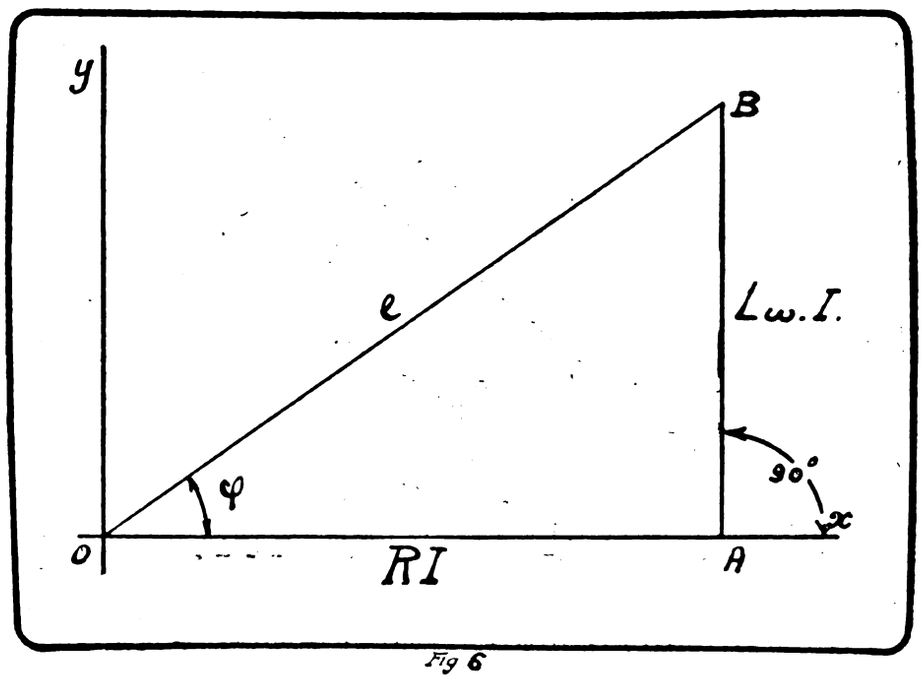


Fig 6

La *puissance* P fournie par le courant dans le circuit est alors égale à :

$$P = e\,i\,\cos\varphi$$

Il est à noter que

$$\overline{O\,A} = R\,i = e\,\cos\varphi \text{ d'où :}$$

$$P = \overline{O\,A} \times i = R\,i^2$$

Si l'on connaît les valeurs de R et L et de la f. c. m. qui agit sur le circuit, il est possible de déterminer l'intensité efficace en procédant comme il suit :

La tension E a pour valeur $\overline{O\,B}$, (d'après la figure 6) ce qui permet en partant de O de tracer une droite $O\,x$ faisant avec $\overline{O\,B}$ un angle de phase ou de retard égal à $\varphi = \text{arc t g}\,\frac{L\omega}{R}$

Si on complète alors le triangle rectangle O B A sur O B comme hypothénuse on aura :

$$i = \frac{\overline{OA}}{R.} = \frac{\overline{AB}}{L\omega}$$

Maintenant, au lieu de calculer l'angle φ on peut supposer i connu, ce que l'on obtient en lui donnant une valeur arbitraire.

La force électromotrice efficace sera alors différente de celle trouvée.

Cependant, comme les rapports des côtés du triangle O A B ne dépendent que de celles données : R et L ω il suffit de changer l'échelle de la figure pour qu'à la nouvelle échelle $\overline{O\,B}$ représente la valeur exacte de E et $\overline{O\,A}$ celle de R I.

Par suite, si la valeur i' choisie arbitrairement donne $\overline{O\,B} = e'$ la valeur de l'intensité pour la force électromotrice efficace e sera :

$$i = i'\,\frac{e}{e'}$$

V. PRECISIONS APPLICATION A LA T. S. F.

Tout ce que nous venons de voir est valable pour un circuit ayant *self* et *résistance*.

Considérons maintenant un circuit de forme indiquée par la figure 7.

On voit qu'il a *self* L, *capacité* c et *Résistance* R.

L'intensité du courant doit alors satisfaire l'équation générale

$$E = R\,I + L\,\frac{dI}{dt} + V$$

Mais le condensateur C emmagasine une quantité d'électricité :

$$Q = C\,V = \int I.\,dt$$

Digitized by Google

ce qui fait que l'équation précédente devient :

$$E = R\,I + L\frac{di}{dt} = \frac{1}{C}\int I\,dt$$

Si l'on connaît les quantités L C et R on peut chercher E puisque i est connu.

On peut aussi, en connaissant i chercher E.

La figure 8 montre la façon de traiter graphiquement la question soit comme origine, le vecteur du courant et mesurons sur l'axe Ox une longueur $\overline{OA} = ri$.

La fonction $L\frac{di}{dt}$ sera alors représentée par un vecteur de longueur $L\omega i$ en avance de $\pi/2$ sur $\overline{OA}$, la fonction $1/C \int I\,dt$ étant représentée par un vecteur de longueur $i/C\omega$ en retard de $\pi/2$ sur $\overline{OA}$.

La représentation de ces deux vecteurs se fait facilement en élevant à partir du point A une droite perpendiculaire à l'axe et en prenant $\overline{AB} = L\omega i$, droite faisant avec Ox un angle égal à $+\pi/2$.

Il faut tracer ensuite le vecteur $i/C\omega = \overline{BC}$ mais en lui donnant par rapport à la ligne des x un angle négatif égal à $-\pi/2$.

On pourra alors tracer la droite $\overline{OC}$ qui sera la résultante des trois vecteurs $\overline{OA}$, et $\overline{AB}$ diminué de $\overline{BC}$.

Cette grandeur $\overline{OC}$ sera la représentation de e et aura pour représentation graphique :

$$e = \sqrt{\overline{OA}_2 + (\overline{AB} - \overline{BC})^2} = i\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

La f. e. m. est encore représentée par l'hypothénuse du triangle rectangle dont les côtés sont les vecteurs $R\,i$ et

$$\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)i$$

L'angle de phase est toujours mesuré par l'angle C O A et est représenté par φ

Il peut être mis sous forme algébrique de la façon suivante :

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{L\omega - 1/c\omega}{R}$$

Ceci montre que le courant est, par rapport à la tension :

1° En retard si l'on a $L\omega > 1/C\omega$;

2° En phase si l'on a $L\omega = 1/C\omega$;

3° En avance si l'on a $L\omega < 1/C\omega$.

Noter ici que le second cas est celui de la *résonance* largement mise à profit en T. S. F.

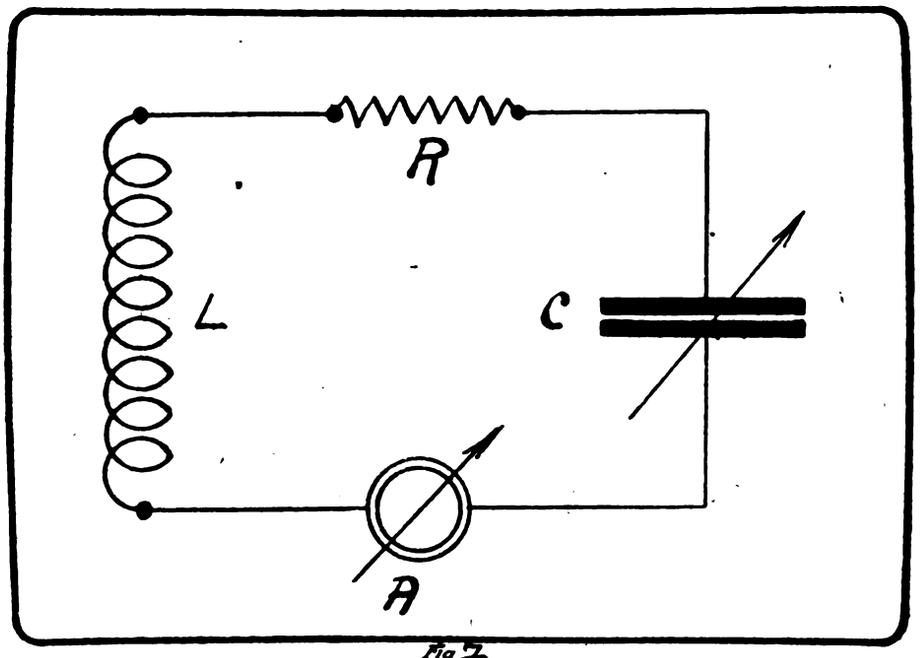


Fig 7

La *résistance apparente* ou *impédance* (Z) a alors pour valeur :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

ou

$$Z = \frac{R}{\cos\varphi}$$

On peut généraliser et dire que tout se passe comme si le circuit n'avait pas de condensateur mais une self L' égale à :

$$L' = L - \frac{1}{C.\,\omega^2}$$

La *puissance* absorbée par le circuit est alors :

$$P = ei\cos\varphi = \overline{OA} \times i = R\,i^2$$

Enfin, pour obtenir le *phénomène* de *résonance* il est nécessaire que le point B tombe en A ce qui implique la satisfaction de la condition.

$$C = \frac{1}{L.\,\omega^2}$$

ou, inversement :

$$L\omega\,.\,i = \frac{I}{C\omega}$$

Enfin l'intensité du courant peut être trouvée par la même méthode. Il faut, évidemment, connaître la f. e. m. et prendre pour i une valeur arbitraire.

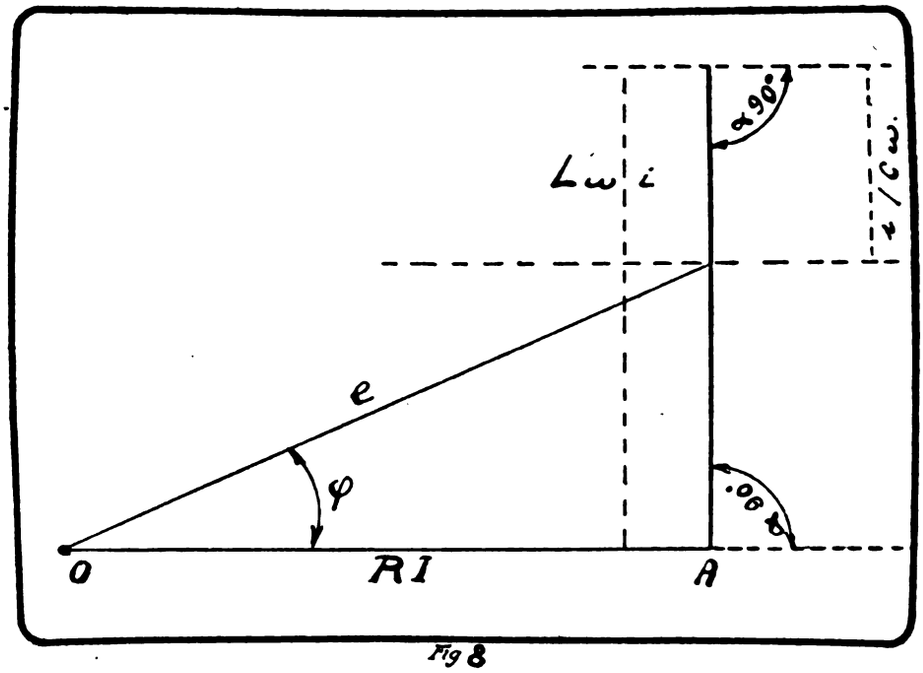


Fig 8

Digitized by Google

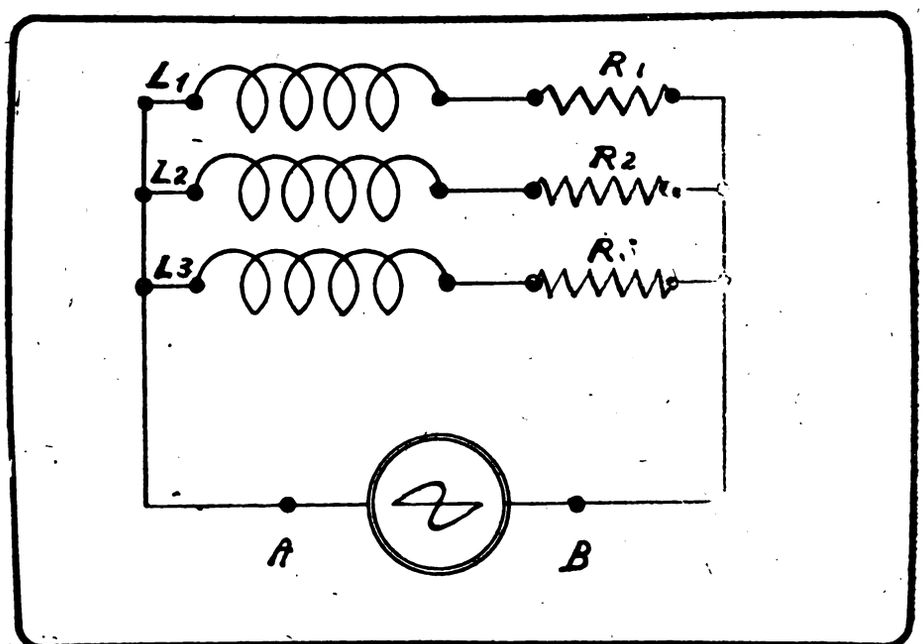


Fig 9

La longueur O C, qui aura été trouvée pour e donnera l'échelle de l'épure.

Aussi, comme on le voit, les problèmes de courant alternatif se trouvent traités d'une façon on ne peut plus aisée.

VI. QUELQUES AUTRES APPLICATIONS

En fait, il n'y a que deux cas, où l'on considère un seul circuit et, bien entendu, son excitation où l'on considère des circuits en dérivation.

C'est le cas, le nom l'indique, des *circuits dérivés*, et les phénomènes dont ils sont le siège sont régis par les *Lois de Kirchoff* en courant alternatif.

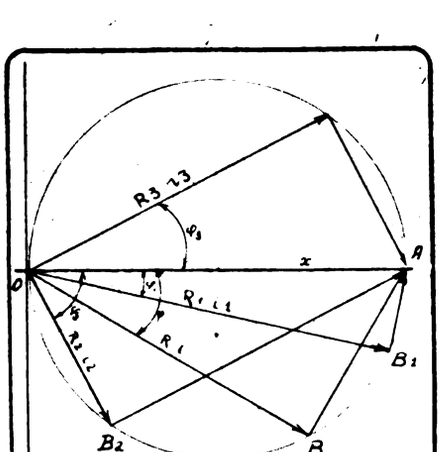


Fig 10

Mais ils peuvent aussi être traités par la *Méthode graphique*, ce qui implique le mode opératoire suivant.

Considérons d'abord plusieurs circuits simples montés en *dérivation* comme le montre la figure 9.

Appelons R_1, R_2 et R_3 leurs résistances ohmiques propres et L_1, L_2 et L_3 leur coefficient de self induction.

Ceux-ci, bien entendu, peuvent être positifs, négatifs ou nuls.

Considérons entre les bornes A et B une différence de potentiel V alternative de la forme suivante :

$$v\sqrt{2}\sin\omega t.$$

Le problème posé est celui de la recherche des *courants dérivés* dans chaque circuit et le courant total fourni par la source.

En procédant suivant la *Méthode graphique* nous dessinerons figure 10 un vecteur $\overline{O\,A}$ que nous ferons égal à v.

Ensuite, sur O A pris comme hypothénuse, nous construirons le triangle rectangle $\overline{O\,A\,B_1}$ dont l'angle en O sera l'*angle de phase* défini par

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{L\omega_1}{R_1}$$

Il s'ensuit, que nous aurons :

$$r_1 i_1 = \overline{O\,B} \text{ et } L\omega_1 . i_1 = \overline{A\,b_1}$$

Il ne reste plus qu'à continuer, construisant sur $\overline{O\,A}$ pris comme hypothénuse, les triangles rectangles OAB_2 et OAB_3. Ceci fait en admettant que le coefficient de self induction L_3 soit négatif et, consécutivement, que le courant I_3 soit en avance sur $\overline{O\,A}$.

On a, alors, pour les trois courants, les trois valeurs efficaces suivantes:

$$i_1 = \frac{\overline{OB_1}}{R_1} \quad i_2 = \frac{\overline{OB_2}}{R_2} \quad i_3 = \frac{\overline{OB_3}}{R_3}$$

Les différences de phase qui existent entre ces courants sont alors définis par l'épure.

Le courant total est, par suite :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ce qui permet de construire le polygone de courants indiqué par la figure 11.

On porte à cette fin les vecteurs $\overline{O'\,D} = I_1$, parallèle à $O\,B_1$ et $\overline{D\,E} = i_2$, parallèle $\overline{O\,B_2}$ etc...

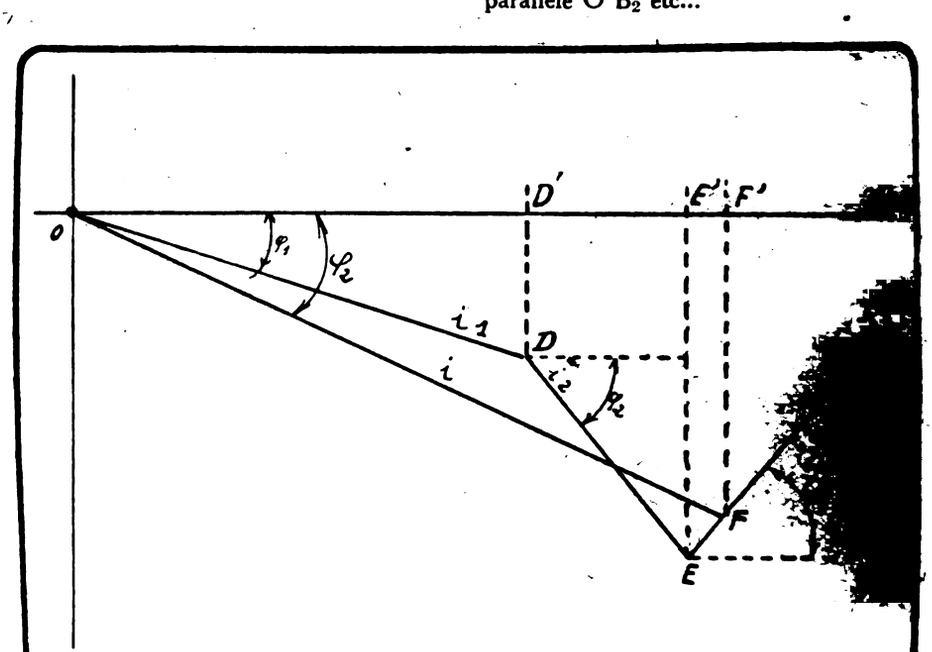


Fig 11.

Digitized by Google

Le courant total sera alors défini par la ligne de fermeture $\overline{O' F} = i$, et son angle de phase φ sera déterminé par l'épure.

La puissance consommée dans chacune des dérivations sera définie, par la construction suivante :

Projeter les vecteurs $\overline{O' D}$ $\overline{D E}$ et $\overline{E F}$ sur la droite O' x parallèle à O x ce qui donnera :

$$\overline{O' D'} = i_1 \cos \varphi_1 \quad \overline{D' E'} = i_2 \cos \varphi_2$$

$$\overline{E' F'} = i_3 \cos \varphi_3$$

on obtient par suite :

$$P_1 = v \times \overline{O' D'} \qquad P_2 = v \times \overline{D' E'}$$

$$P_3 = v \times \overline{E' F'}$$

La puissance totale sera évidemment la somme de puissances séparées. Elle sera consommée entre les points A B (Fig. 9) alimentés par la source.

Ce sera, d'une façon générale :

$$P = v \times O' F' = v\, i \cos \varphi$$

Enfin, on peut substituer à un groupe de circuits dérivés un circuit équivalent.

Les constantes de ce circuit seront déterminées en menant par le point O (fig. 10) une parallèle à O' F' et, partant du point A, en abaissant sur cette droite une perpendiculaire $\overline{A B}$.

Le résultat final sera la construction du triangle O A B dont la signification est la suivante :

Le côté $\overline{O B}$ représente la composante de la f. e. m. en phase avec le courant total. Il en résulte que

$$R = \frac{\overline{OB}}{i} \text{ et } L\,\omega = \frac{\overline{AB}}{i}$$

Cette construction montre, en particulier, que la résistance R et le coefficient de self L d'un *circuit équivalent* sont indépendants de la f. e. m.

Nous pensons pouvoir arrêter ici notre travail puisque nous avons examiné non seulement tous les cas théoriques mais encore tous ceux que l'on rencontre en pratique.

Cet examen nous a encore permis de montrer toutes les applications possibles de la *méthode graphique*.

On notera à ce sujet, le caractère schématique des calculs, lesquels parlent alors autant à l'œil qu'à l'esprit...

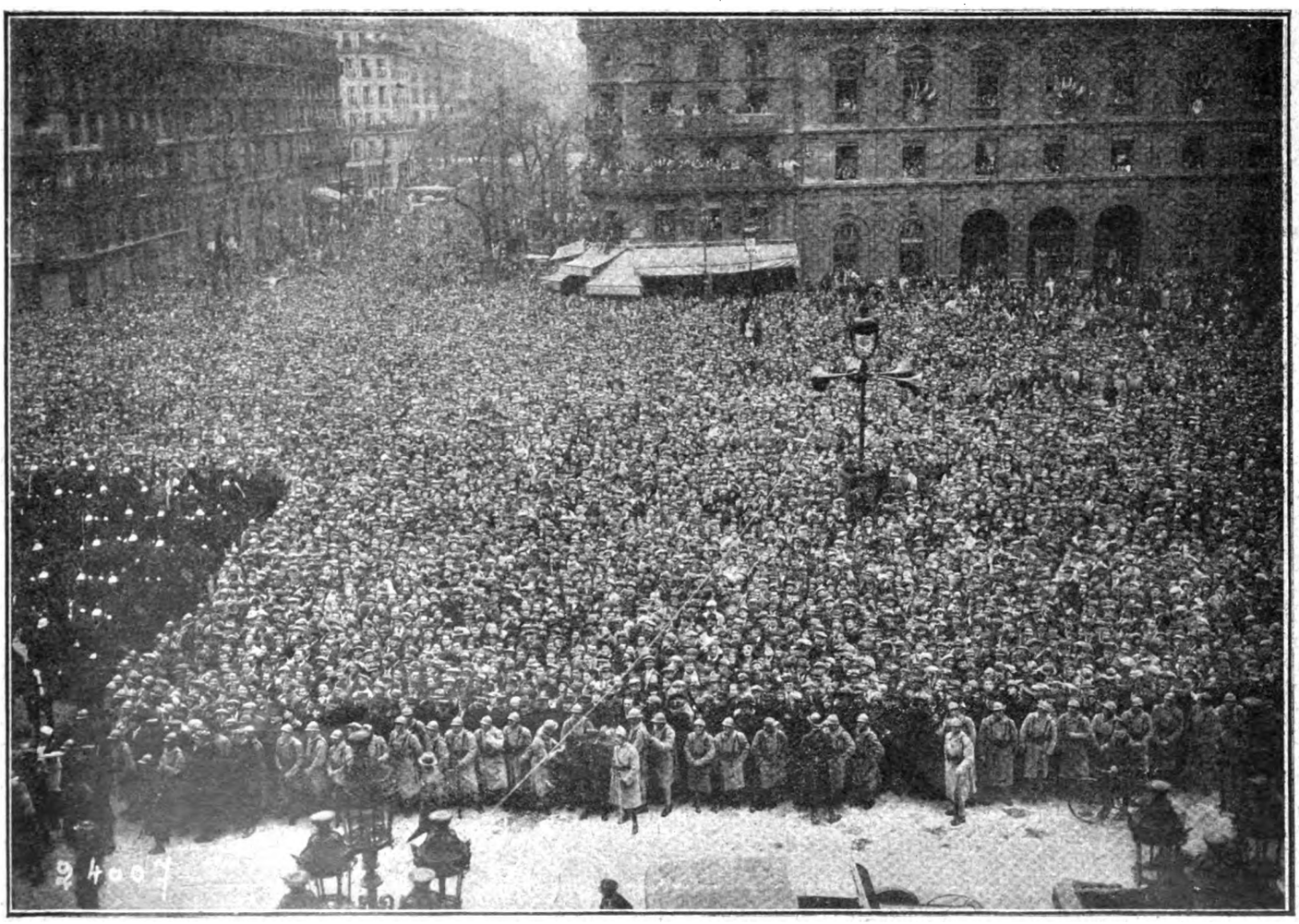
Ils permettent même, à ce dernier point de vue, de pratiquer des opérations fructuelles telle la division de la *puissance active* et de la *puissance réactive*, quantités arbitraires sans doute, mais dont l'usage et la commodité légitiment l'emploi.

Nous terminons donc en souhaitant être utiles à tous ceux que ces questions intéressent.

BIBLIOGRAPHIE

1° Voir l'article : *Graphiques ou Imaginaires* de notre collaborateur J. GRANIER, dans le N° 75 du Q. S. T.

2° *Cours Elémentaire d'Electricité Industrielle* par P. ROBERTOT.



RECEPTION DES AVIATEURS COSTES ET BELLONTE
A L'HOTEL DE VILLE DE PARIS

Digitized by Google

CALCUL DES SELFS A FER

Traduit du *Funk Magazin* de Janvier 1930.

Les enroulement à noyau de fer comportent de nombreuses applications (liaison, filtre, etc.)

On conçoit l'intérêt de leur calcul.

On trouvera ci-dessous la traduction d'un article paru dans le journal allemand «Funk»; on y notera, outre les exemples traités, une mise au point intéressante des compromis que l'on est obligé de respecter pour, en pratique, arriver aux conditions optima de fonctionnement.

Cette constatation est intéressante; elle montre bien la relativité de toutes les considérations techniques qu'une réalisation se doit de ne pas négliger.

Le coefficient de self-induction d'une self à fer avec circuit magnétique (1) fermé est donné par la formule :

$$L = \frac{0{,}4\,\pi\,N^2\,S\,\mu}{l} - 10^{-8} \text{ henry}$$

où N est le nombre de tours de l'enroulement.

où S est la section de fer en cm².

où l est la longueur moyenne de la ligne de force.

μ est la perméabilité.

Comme pour une self déterminée, la quantité :

$$\frac{0{,}4\,\pi\,N^2\,S\,10^{-8}}{l}$$

peut être considérée comme une constante k, la formule ci-dessus peut s'écrire:

$$L = k\,\mu.$$

c'est-à-dire que le coefficient de self induction d'une bobine à noyau de fer est proportionnel à la perméabilité du noyau.

Comme cette dernière quantité est fonction du courant continu qui traverse l'enroulement, on peut dire aussi que le coefficient de self induction est fonction de ce courant.

Les selfs normales travaillent d'ordinaire un peu avant le coude de leur courbe de magnétisme. Il suffit par suite d'une légère surcharge pour faire tomber rapidement la perméabilité et par suite le coefficient de self-induction.

On peut déduire la valeur de la perméabilité de la courbe μ relative au fer employé.

La section du noyau, la longueur de la ligne de force et le nombre de tours sont des grandeurs directement mesurables, donc connues. On divise la section de fer (cm²) par la longueur de la ligne de force moyenne (cm), on joint le point correspondant à cette valeur sur l'échelle $\frac{S}{e}$ au point correspondant au nombre de tours sur l'échelle N, et on obtient sur l'échelle k une certaine valeur. Cette valeur k est alignée de la même manière avec la valeur de μ, et on obtient sur l'échelle L le coefficient de self correspondant aux conditions d'emploi.

Il est bien entendu que le calcul est réversible, et que l'on peut, par exemple, déterminer N connaissant L et μ.

On peut encore donner quelques indications sur le choix de la section du conducteur.

On admet, par mm² de section, une intensité de 1,5 ampère. Une self capable de supporter 100 millis doit alors, pour éviter tout échauffement exagéré, avoir une section de cuivre de $\frac{0{,}1}{1{,}5} = 0.06$ mm², ce qui correspond à un diamètre de 0,3 mm.

On ne doit pas prendre des sections trop faibles pour ne pas avoir de trop grandes chutes ohmiques de tension. Cette chute de tension se calcule par :

$$l_t = I\,\frac{l}{k.\,s}$$

où I est le courant de service en ampères.

où s est la section en mm²

où l est longueur totale du fil en mètres.

où k est un coefficient dépendant de la résistivité (pour le cuivre $k = 57$).

On doit donc toujours adopter un compromis entre l'encombrement de la self (conditionné par les grandes sections de cuivre) et la chute de tension (petites sections). On peut donner comme règle l'indication suivante : la chute ohmique de tension ne doit pas dépasser 10 % de la tension totale.

Pour illustrer ces considérations, donnons un exemple :

Soit à réaliser une self destinée à un filtre comportant une capacité de 4 microfarads, et établi pour des fréquences de 30 périodes/sec.

Le courant normal de service de la self est de 150 mA. Le noyau est formé de tôle de 0,5 mm. découpées aux cotes de la figure 12.

Le calcul montre que la self doit avoir une valeur d'environ 7 henrys.

Si l'on calcule, d'après la figure 12, l'encombrement de l'enroulement, on trouve une section d'environ 1,2 × 5,4 cm. = 6,5 cm².

La section du conducteur est de $\frac{0{,}15}{1{,}5}$

(1) Il semble qu'il y ait là une répétition possible. Une self à fer comporte toujours un circuit magnétique. N.D.L.R.

Digitized by Google

$= 0,1$ mm², donc un diamètre de 0,4 mm. On pourra donc loger $\frac{6,5}{0,04 \times 0,04}$ $= 4.000$ tours. Ces 4.000 tours produisent le champ H. Le nombre d'ampères-tours est de 600.

Pour une longueur de ligne de force moyennes de 22 cm. on trouve un champ de 34 gauss. La perméabilité correspondant à cette valeur est $\mu = 200$, valeur très faible, indiquant que le noyau est déjà presque saturé.

Nous voyons que pour $\mu = 200$, L $= 7$ et N $= 4.000$ le quotient $\frac{S}{e}$ est de 0,175, d'où, puisque $l = 22$ cm. : $S = 3,85$ cm².

Une lame a une section de $2,5 \times 0,05 = 0,125$ cm². Il faut donc $\frac{3,85}{0,125} = 31$ lames. L'épaisseur du noyau est donc 1,55 cm.

Une spire a une longueur moyenne de 15 cm. La longueur totale de l'enroulement est de $4.000 \times 0,15 = 600$ mètres. Cette longueur de fil produit, pour 150 mA, une chute de tension de 15,7 volts. Pour une tension initiale de 200 volts, cette valeur est tout à fait acceptable.

Les caractéristiques de construction sont résumées dans le tableau suivant :

Section de fer : 3,85 cm².

Longueur de la ligne de force moyenne : 22 cm.

Nombre de tours : 4.000.

Longueur de fil nécessaire : environ 600 mètres.

Intensité maxima : 0,15 A.

Section du fil : 0,1 mm².

Nombre de tôles : 31.

Epaisseur des tôles : 0,5 mm.

Chute de tension : 8 % pour E = 200 v.

Coefficient de self-induction pour un courant de 150 millis : environ 7 henrys.

Cet exemple a été choisi de telle manière que l'influence du courant magnétisant saute aux yeux. Si, par exemple, on ne charge la self qu'à 100 millis, le champ est de 23 gauss, la perméabilité est de 240 et L est de 8,5 henrys. Une diminution de la charge de 30% entraîne donc une augmentation de L de plus de 20 %. Dans des régions où la courbe μ est encore plus inclinée, cette influence devient si grande, que l'effet produit dépasse, en valeur relative, la cause initiale.

L'ENTRE FER

Les considérations précédentes se rapportent au cas où le circuit magnétique est complètement fermé. Il est souvent nécessaire en pratique d'interrompre ce circuit magnétique pour pouvoir modifier dans certaines limites le coefficient de self. L'entrefer doit donc avoir sur ce dernier une grande influence, et c'est ce dont nous allons parler.

La formule donnée précédemment dans le cas O' un noyau fermé était :

$$L = \frac{0,4\,\pi\,N^2\,S\,\mu}{l}\ 10^{-8}\ \text{hy.}$$

Cette formule peut encore s'écrire :

$$L = \frac{0,4\,\pi\,N^2\,10^{-8}}{\frac{l}{\mu S}}$$

le quotient $\frac{l}{\mu S}$ est la réluctance du circuit magnétique, analogue à la résistance ohmique d'un circuit électrique.

Est représentée schématiquement une self avec entrefer (S_1 section du fer, S_2 section de l'entrefer; le plus souvent $S_1 = S_2 = S$).

La réluctance du fer est :

$$R_1 = \frac{l}{\mu S_1}$$

d'une manière analogue la réluctance de l'entrefer est :

$$R_2 = \frac{\delta}{S_2}$$

car $\mu = 1$ pour l'air, ce qui résulte du fait que pour l'air le champ et l'introduction sont identiques.

La réluctance totale est la somme des résistances partielles :

$$R = R_1 + R_2 = \frac{l}{\mu S_1} + \frac{\delta}{S_2}$$

la formule tout à fait générale, pour différents entrefers et pour des sections de fer différentes est :

$$R = \frac{l_1}{\mu_1 S_1} + \frac{l_2}{\mu_2 S_2} + \frac{l_4}{\mu_4 S_4} + \frac{\delta}{S\delta} = \Sigma \frac{l}{\mu S}$$

Le coefficient de self-induction est donné par la formule :

$$L = \frac{0,4\,\pi\,N^2\,10^{-8}}{\frac{l}{\mu S_1} + \frac{\delta}{S_2}}$$

ou d'une manière générale :

$$L = \frac{0,4\,\pi\,N^2\,10^{-8}}{\Sigma \frac{l}{\mu S}}$$

Il est intéressant de savoir de quelle manière change le coefficient de self-induction lorsque l'on introduit un entrefer de longueur δ.

Dans ce but, nous définirons une notion importante, celle du flux magnétique Φ. On peut établir une comparaison en remarquant que l'induction peut se rapprocher de la densité de courant .... $\frac{\text{intensité}}{\text{section}}$ et que le flux magnétique Φ se rapproche de l'intensité du courant. De même que dans un circuit électrique sans dérivations l'intensité a la même valeur dans le fer et dans l'entrefer.

Nous savons déjà que le coefficient de self-induction dépend de la perméabilité. Celle-ci, pour des ampères-tours magnétisants égaux, n'est pas la même avec ou sans entrefer, car celui-ci fait naître dans le noyau un champ démagnétisant, si bien que le point de travail sur la courbe B-H est changé.

On peut, par une construction géométrique simple au moyen des quantités l, δ, S_1, S_2, déterminer cette variation.

Le flux magnétique est donné par la formule :

$$\Phi = B.\,S. = \mu.\,H.\,S. = \frac{0,4\,\pi\,N\,I}{\frac{l}{\mu S}}$$

comme $\frac{l}{\mu S}$ représente la réluctance, et 0,4 π une constante G, il vient :

$$\Phi = G\,\frac{N\,I}{R}$$

si nous comparons cette formule à celle de la loi d'ohm, $I = \frac{l}{r}$, nous voyons que les ampères-tours produisent le flux, de même que la différence de potentiel produit le courant.

D'une manière analogue à la répartition des tensions le long d'un conducteur non homogène, le nombre d'ampères-tours N I se divise en deux composantes $N_1\,N_1 = A\,T_1$ et $N_2\,I_2 = A\,T_2$, dont la pre-

Digitized by Google

mière surmonte la réluctance du fer, et la deuxième celle de l'entrefer.

$$AT_1 + AT_2 = AT = NI.$$

Le flux dans le fer est :

$$\Phi_1 = \frac{0{,}4\,\pi\,A\,T_1}{\frac{l}{\mu\,S_1}} \text{ d'où } B_1 = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{0{,}4\,\pi\,A\,T_1}{l}\,\mu$$

Le flux dans l'entrefer est :

$$\Phi_2 = \frac{0{,}4\,\pi\,A\,T_2}{\frac{\delta}{S_2}} \text{ d'où } B_2 = \frac{\Phi_2}{S_2} = \frac{0{,}4\,\pi\,A\,T_2}{\delta}$$

Considérons maintenant une courbe où, pour plus de simplicité, on a porté en abscisses les valeurs des ampères-tours/cm.

Sans entrefer, nous aurions eu une induction B. Le point A correspond au nombre d'ampères-tours par centimètre.

Par suite de la présence de l'entrefer, l'induction tombe à la valeur B_1. Cette valeur définit le nouveau point de travail.

Pour produire cette induction, il faut $(N\,I)_1$ ampères-tours par centimètre de fer. La longueur $\overline{CA}$ définit les ampères-tours nécessaires par centimètres d'entrefer $(N\,I)_2$.

On a $\Phi_1 = \Phi_2$ $B_1\,S_1 = B_2\,S_2$ d'où

$$B_1 = B_2\,\frac{S_2}{S_1}$$

B_1 est représenté sur notre diagramme par le segment $\overline{CB_1} = \frac{B_2\,S_2}{S_1}$

$$tg\,\alpha = \frac{\overline{CB_1}}{CA} = \frac{\frac{B_2\,S_2}{S_1}}{\frac{AT_2}{l}} = \frac{0{,}4\,\pi\,A\,T_2\,S_2\,l}{\delta\,S_1\,A\,T_2} = \frac{0{,}4\,\pi\,l}{\delta}\,\frac{S_1}{S_2}$$

Cette formule permet de trouver le nouveau point de fonctionnement. En effet, la courbe de magnétisme étant connue, cette formule permet de construire l'angle α, car on connaît le point A, δ (longueur de l'entrefer en centimètres) S_2 (section de l'entrefer) S_1 (section du noyau).

On lit en $\overline{OB'_1}$ la nouvelle induction dans le fer, et on la reporte sur la courbe B-H. On en déduit la nouvelle valeur μ_1, et on peut calculer L par la formule :

$$L = \frac{0{,}4\,\pi\,N_2\,10^{-8}}{\frac{l}{\mu_1\,S_1} + \frac{\delta}{S_2}}$$

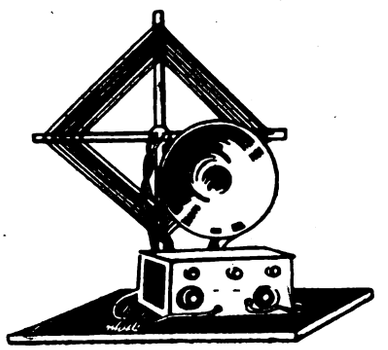
Dans certaines circonstances (lorsque le point de fonctionnnement est ramené de la partie presque horizontale de la caractéristique à la partie inclinée), l'accroissement de μ a une action plus efficace que l'augmentation de la réluctance due à l'entrefer, et le coefficient de self-induction est augmenté.

Dans d'autres cas, α peut être voisin d'un angle droit, μ n'est guère changé, et L décroît avec la longueur de l'entrefer suivant une loi hyperbolique.

L'entrefer est ainsi un compromis entre : courant magnétisant, coefficient de self et encombrement du noyau. Il nous donne un moyen d'obtenir de grands coefficients de self-induction pour un grand courant magnétisant.

Funk Magazin,

n° de janvier 1930.



Digitized by Google

Energie et Puissance

Par J. GRANIER, ingénieur E. S. E.

Fidèle à notre principe de base: ne parler que de ce qui clairement est défini, nous avons demandé à un de nos plus brillants collaborateurs de traiter: énergie et puissance.

Sous sa plume, on trouvera ci-dessous exposées d'une manière fort intéressante les définitions de ces deux termes en y joignant divers développements historiques qui ne sont pas dépourvus d'aperçus humoristiques.

Sans vouloir prendre part à la révision du dictionnaire et rendre jaloux des habits verts, il est pourtant indispensable que nous arrivions à une langue unique pour nous comprendre.

Au sens vulgaire du mot, ce que l'on entend par « énergie » c'est la qualité morale d'un homme qui sait ce qu'il veut et qui met tout en œuvre pour arriver à ses fins; on dit d'une personne qu'elle est énergique lorsqu'elle agit, qu'elle réalise. En transportant dans le domaine physique cette notion, nous trouvons tout naturel d'attribuer encore à une manifestation d'énergie la cause de tous les changements que nous pouvons constater dans la nature inanimée. Que ce soit le vent qui fasse tourner les ailes d'un moulin et arrache des arbres ou que ce soient les rayons du soleil qui échauffent et éclairent la terre, qu'une auto nous emporte à toute vitesse sur une route ou un métro sous un tunnel, ce sont là pour nous des manifestations équivalentes; que ce soit sous forme de force vive, de chaleur, de lumière, de travail chimique ou électrique, nous englobons aujourd'hui le tout sous le nom général d' « énergie ».

Cette notion d'énergie qui nous paraît actuellement si familière, si claire, a pourtant mis des siècles et des siècles à se préciser, à se généraliser. Les plus anciens philosophes grecs ne semblent pas en avoir eu la moindre idée; habitués aux spéculations purement mathématiques, tirant de n'importe quel axiome des systèmes entiers de propositions scientifiques, ils considéraient comme inutile ou même gênante l'observation constante des phénomènes. Il faut arriver jusqu'à Aristote pour assister aux premiers balbutiements de la physique. Ce penseur universel qui, entre autres choses, s'intéressait spécialement aux recherches expérimentales étudie d'abord l'équilibre de la balance et admet qu'un levier dont les deux bras sont égaux est en équilibre lorsqu'on leur applique des poids égaux. Passant ensuite au levier le plus général, il indique que l'équilibre est obtenu lorsque les poids sont inversement proportionnels à la longueur des bras. Et enfin, pour tirer de là un principe plus général encore, il étudie le levier en mouvement et remarque que, pour des raisons géométriques, les vitesses avec lesquelles les poids se meuvent et les chemins qu'ils parcourent dans des temps égaux sont inversement proportionnelles aux forces. La conclusion, c'est que les actions de forces différentes sont équivalentes quand les vitesses produites sont inversement proportionnelles à ces forces.

Complétés par Archimède qui inventa la vis sans fin, les moufles et bien d'autres machines simples, précisés tout au cours du Moyen Age, les travaux d'Aristote aboutissent finalement à ce principe: « Il y a équilibre dans une machine quand le travail moteur est égal au travail résistant » c'est là pour la première fois qu'on voit apparaître la notion d'énergie. Ajoutons pour être complets qu'une fausse interprétation de ses œuvres, une généralisation trop hâtive, retarda pendant bien longtemps à un autre point de vue l'évolution de la science: on en déduisit, par une extension illégitime à la chute libre que la vitesse d'un corps qui tombe est proportionnelle à son poids, et il fallut attendre jusqu'à Newton qui fit l'expérience dans le vide pour montrer l'influence de la résistance de l'air sur la vitesse de chute des corps légers.

⁂

Le lecteur auquel pendant plusieurs années on a fait répéter comme un perroquet sur les bancs du lycée la loi de la chute des corps s'étonnera peut-être que des esprits éminents aient pu commettre de si grossières erreurs. Qu'il songe donc au peu de moyens que possédait le savant a cette époque, à la pénurie de matériaux dont il disposait. On soupçonnait à peine qu'il pût exister des lois naturelles et pour édifier les sciences physiques, on avait les mêmes hésitations, les mêmes audaces, les mêmes contradictions, que nous montrons par exemple en présence des phénomènes de spiritisme: aucune base stable, aucune méthode d'investigation sûre. Lorsque Newton s'efforça d'expliquer les phénomènes astronomiques, il hésita longtemps avant de considérer l'accélération de la pesanteur comme indépendante de la nature chimique des différents corps, de leur forme, de leur couleur, de leur température; il essaya des pendules de toute sorte, en bois, en fer, en argent. La question se posa même pour lui de savoir si la vie ne pouvait pas avoir quelque influence et ce n'est qu'après avoir fait osciller dans bien des conditions des pendules constitués avec des graines de céréales qu'il se crut le droit de définir la masse d'un corps. Nous avons quelquefois tendance à sourire des erreurs ou des hésitations de nos ancêtres. Sachons nous rappeler alors que si tant de choses nous apparaissent comme évidentes, c'est parce que bien des générations y ont réfléchi avant nous et ont condensé leur travail dans des théories si simples et si bien présentées que nous avons pu les assimiler presque sans effort; chaque ligne de nos manuels d'enseignement est le résumé des travaux d'une vie entière.

⁂

Dans l'histoire de la pensée humaine, on rencontre un certain nombre de problèmes qui ont été de la part de bien des

Digitized by Google

chercheurs l'objet d'une étude aussi vaine qu'acharnée. Le type de ces problèmes, c'est celui de la quadrature du cercle: il s'agissait de construire géométriquement le côté d'un carré ayant la même surface qu'un cercle de diamètre donné. La véritable solution de ce problème, ne consistait pas dans la découverte de cette construction, mais au contraire dans la démonstration mathématique qu'il est impossible d'exécuter au moyen d'une règle et d'un compas. Il pourrait sembler à un observateur superficiel que l'énorme somme de travail consacrée ainsi à la résolution de problèmes insolubles a été complètement perdue; il n'en est rien. C'est à des alchimistes rêvant de transmuter les métaux en or que l'on doit la création de la chimie; c'est à des chercheurs hantés par l'idée du mouvement perpétuel que l'on doit les premières recherches sur l'énergie.

En feuilletant les vieilles chroniques et les anciens livres de sciences, il semble que c'est le savant hollandais Stevinus qui au début du XVIIe siècle admit le premier l'impossibilité du mouvement perpétuel. Stevinus qui, comme les autres avait passé une bonne partie de sa vie à essayer de réaliser ce mouvement étudiait le système suivant: deux plans inclinés en sens inverse faisant avec l'horizontale des angles bien différents et une grosse chaîne pesante entourant l'ensemble. Sur le plan de gauche il y a par exemple 2 chaînons et sur le plan de droite 6 chaînons; il en résulte, d'après les idées de ce temps-là que la chaîne va se mettre en mouvement de la gauche vers la droite puisqu'elle est tirée d'un côté par 6 chaînons de l'autre par deux seulement. Et comme il y aura toujours d'un côté trois fois plus de chaînons que de l'autre, le mouvement perpétuel sera réalisé. En fait, Stevinus eut beau prendre des chaînons plus ou moins gros, plus ou moins lourds, les graisser de toutes les manières possibles, ils ne voulurent jamais bouger. Bon joueur, et remarquable savant, il accepta le démenti que lui avait donné la nature et sut en tirer profit en posant en principe l'impossibilité du mouvement perpétuel et en l'appliquant à bon nombre de machines simples.

⁂

Le principe de la conservation du travail mécanique est une loi de statique pure; il s'applique au levier, aux machines simples, mais que devient-il en dynamique, dans le cas de la chute libre par exemple ? Lorsqu'un poids tombe très lentement en agissant à l'extrémité d'un levier, nous savons qu'il produit un certain travail dont la valeur est bien définie; si au contraire il tombe en chute libre, nous ne voyons apparaître de travail nulle part; nous constatons simplement qu'il acquiert une certaine vitesse et nous sommes amenés à remarquer que la quantité de travail disparue est en rapport étroit avec cette vitesse. Il existe donc quelque chose qui n'est pas du travail mécanique mais qui est de même nature que lui, qui est lié à sa disparition dans le cas de la chute libre, et qui dans le pendule peut par une transformation inverse le faire réapparaître; ce « quelque chose », c'est comme le travail mécanique une forme de l'énergie, c'est la « force vive ».

L'expression mathématique de la force vive contient donc à la fois la masse m et la vitesse v. Mais sous quelle forme ? Est-ce mv, ou mv^2. Cela n'est pas si évident que cela pour quelqu'un qui envisage la question pour la première fois. La preuve, c'est que Leibniz et Descartes eurent à ce sujet une longue controverse sans pouvoir d'ailleurs arriver à se mettre d'accord. Les produits mv et mv^2 sont chacun à leur manière une mesure des forces appliquées. Le produit mv, ce que nous appelons aujourd'hui quantité de mouvement est celui qu'il faut envisager quand à une même masse on applique pendant des *temps* égaux des forces différentes. Mais si ces différentes forces ont agi pendant le parcours *d'espaces* égaux, ce sont alors les carrés des vitesses qui sont proportionnelles aux forces appliquées. Il semble donc, à première vue que chacune des deux expressions mv ou mv^2 peut servir également bien à caractériser une force. Cependant, si on remarque que le produit de la force par le chemin parcouru est déjà l'expression du travail mécanique, tandis que le produit d'une force par un temps ne joue pas de rôle particulier en mécanique, on est conduit à penser que le produit mv^2 aura au point de vue de ses rapports avec le travail des propriétés remarquables. On sait que ce sont les idées de Leibniz qui l'emportèrent, non sans peine d'ailleurs: un siècle et demi plus tard, Mayer à qui nous devons de remarquables progrès en énergétique confondait encore la force vive mv^2 et la quantité de mouvement mv.

⁂

Leibniz avait donc énoncé le principe de l'équivalence entre le travail mécanique et la force vive; mais il ne lui avait pas échappé que cette loi n'était pas d'une application générale. Prenons le cas le plus simple: un corps qui tombe, une pierre qui atteint le sol et y reste. Où est donc passé sa force vive ? Son énergie ? Leibniz avait assayé de se tirer d'affaire en imaginant que le mouvement s'était comuniqué aux particules du corps, et était devenu inaccessible à l'observation. Au fond, il reconnaissait que le problème cessait d'être purement mathématique pour passer dans le domaine de la physique; et en fait tandis que jusqu'alors, ce sont des philosophes ou des mathématiciens qui s'étaient occupés de la question, ce seront maintenant des représentants des sciences appliquées, des médecins, des physiciens, des ingénieurs.

L'idée qui permit de généraliser l'énoncé de Leibniz, c'est que l'énergie mécanique et la force vive donnent lorsqu'elles disparaissent naissance à de la chaleur. Cette idée qui nous est maintenant si familière parut au moment où elle fut énoncée parfaitement absurde et il fallut des dizaines et des dizaines d'années pour qu'elle prît droit de cité; reconnaissons que les savants qui la combattirent avaient une légère excuse: ses promoteurs étaient des hommes remarquablement intuitifs, des précurseurs, mais leurs œuvres étaient si confuses, si embrouillées, si pleines de contradictions qu'on avait souvent de la peine à saisir leur pensée.

⁂

Le premier qui exprima nettement le principe de la transformation de la chaleur en travail fut Mayer. Né en 1814 à Heilbronn, il fit d'abord ses études de médecine, puis comme bien d'autres fut hanté par la possibilité de réaliser le mouvement perpétuel. Comme ses essais avaient été (évidemment) infructueux, il se remit à faire de la médecine, et s'embarqua sur un bateau hollandais qui faisait voile vers les Antilles. Rien n'étant plus propice à la réflexion que les longues traversées, ses idées sur le mouvement perpétuel lui revinrent à la mémoire, seulement, par suite de la déformation professionnelle, elles prirent une teinte médicale.

Mayer avait souvent l'occasion de saigner les hommes d'équipage et il avait remarqué que depuis que l'on était sous les tropiques, le sang qui s'écoulait de leurs veines était beaucoup plus rouge qu'au moment du départ. Il connaissait les travaux de Lavoisier et savait que la chaleur animale provient de la combustion des aliments dans l'oxygène de l'air. Aussi comprit-il sans peine que sous les tropiques la température étant plus élevée qu'ailleurs le corps n'a pas besoin d'être le siège de combustion aussi intenses que

Digitized by Google

dans les pays froids et que par suite le sang veineux contenant encore de l'oxygène inutilisé devait avoir une teinte se rapprochant davantage de celle du sang artériel. L'esprit de Mayer toujours en éveil n'en resta pas là, et peu à peu il se reprit à penser au mouvement perpétuel. Ainsi donc, l'homme peut produire de la chaleur; il peut aussi produire du travail, et l'expérience montre que plus il mange, plus il peut effectuer des travaux pénibles. Une machine à vapeur d'autre part peut fournir également du travail. Et de tout cela on peut tirer deux conclusions bien différentes: ou bien le fait de travailler n'empêche pas l'homme de produire autant de chaleur, et alors en utilisant celle-ci dans une machine à vapeur nous réalisons le mouvement perpétuel, ce qui n'a d'ailleurs rien de surprenant puisque nous avons affaire non plus à des mécanismes purement matériels mais à un organisme vivant, ou bien, il faudrait accepter de considérer comme une seule et même chose des phénomènes aussi différents que le travail de la chaleur. En face de cette dernière conception qui renversait complètement les idées admises et professées jusqu'alors, Mayer n'hésita pas; il l'adopta immédiatement.

On a l'habitude de considérer les savants comme de vénérables personnes à barbe blanche. En ce qui concerne les début de l'Energétique, rien ne serait plus faux; lors de la publication de leur premier ouvrage, Mayer n'avait que 25 ans, Joule 26, Helmholtz 25, Carnot 28. Aussi ne doit-on pas s'étonner si leurs théories révolutionnaires furent accueillies par les pontifes de la Science d'alors avec un certain scepticisme. D'autant plus que leurs opuscules fourmillaient de fautes de calcul; Mayer en particulier que ses études médicales n'avaient pas préparé aux discussions mathématiques prenait pour expression de la force vive mv au lieu de mv^2.

⁂

Les grandes découvertes sont assez souvent faites presque simultanément par plusieurs chercheurs ignorant leurs recherches réciproques: c'est qu'elles sont déjà en germe dans les travaux de la génération précédente. Il en fut ainsi de l'équivalence de chaleur et de travail découvert à la fois par Mayer et Joule. Joule n'était pas médecin il était brasseur à Manchester et les revenus de sa brasserie lui permettaient de se distraire en faisant de la physique. D'esprit essentiellement pratique, Joule s'intéressait aux électroaimants et voyait là une source de travail particulièrement commode; il constata que le zinc de ses piles s'usait, que les fils conducteurs chauffaient pendant le fonctionnement de ses moteurs à électros, et en étudiant systématiquement tous ces phénomènes il arriva finalement à cette conclusion: pour une même usure des piles, il y a moins de chaleur dégagée dans les fils quand les moteurs tournent que quand ils sont au repos; de là l'idée de la transformation de l'énergie mécanique en chaleur et les fameuses expériences par lesquelles il imposa ses idées.

⁂

Chaque fois que l'on transforme du travail en chaleur ou que l'on réalise la tranformation inverse, il y a un rapport constant entre le nombre de kilogrammètres et le nombre de calories mis en jeu. Ce rapport constant, déterminé de bien des manières, par l'échauffement consécutif à la chute d'un corps, par des mesures sur la machine à vapeur est le suivant: 1 *grande calorie correspond à 425 kilogrammètres*, c'est-à-dire que la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré un kilogramme d'eau correspond au travail fourni par 425 kilogrammes tombant d'une hauteur de 1 mètre.

Mais on ne rencontre pas dans les sciences physiques que du travail mécanique et de la chaleur; nous connaissons maintenant bien d'autres formes de l'énergie, énergie chimique, énergie électrique, qui se transforment facilement l'une en l'autre.

L'énergie chimique se transforme par exemple en énergie calorifique quand nous brûlons du charbon, en énergie électrique quand nous attaquons dans une pile du zinc par de l'acide sulfurique. Nous obtenons de même de l'énergie chimique aux dépens de l'énergie électrique dans l'électrolyse, de l'énergie électrique aux dépens de l'énergie calorifique dans une pile thermoélectrique, du travail mécanique dans une dynamo etc. Dans toutes ces transformations, il y a toujours un rapport constant entre les nombres qui expriment les diverses quantités d'énergie mises en jeu.

Brûlons par exemple 1 kilogramme de charbon: cette combustion transforme directement l'énergie chimique en énergie calorifique et nous obtenons quelque chose comme 8.000 grandes calories. Si cette transformation se produit sur la grille d'une chaudière, nous pouvons recueillir sur l'arbre d'une machine à vapeur du travail mécanique, mais alors, l'énergie calorifique sera moindre: 7.000 calories par exemple tandis que le nombre de kilogrammètres recueillis sera $1.000 \times 425 = 425.000$. Envoyons ces 425.000 kilogrammètres dans une dynamo dont le rendement est de 20 % et qui alimente des lampes; nous retrouverons 200 calories dans la dynamo même et les 800 autres dans la canalisation ou les lampes.

Quelle différence fait-on enfin entre les mots « énergie » et « puissance ». C'est que dans ce dernier intervient la notion de temps; la puissance, c'est le travail par seconde. Si dans bien des cas, en physique théorique, la question de temps n'intervient pas, si « le temps ne fait rien à l'affaire », il n'en est plus de même dans la pratique courante, où la question *vitesse* nous intéresse au plus haut point: pour monter les 6 étages d'une maison, pour nous transporter au sommet d'une montagne, il faut un travail bien déterminé indépendant de la vitesse, et pourtant il ne nous est pas indifférent d'effectuer ce trajet en 2 minutes ou en 8 jours; nous pouvons avec une 5 CV aborder les mêmes rampes qu'avec une voiture de course, seulement nous serons obligés de marcher en seconde ou en première au lieu d'aller en prise directe. Si nous construisons chaque jour des locomotives, des autos de plus en plus puissantes, c'est que nous voulons leur faire effectuer un certain travail dans un temps de plus en plus court: ce qu'un moteur de 100 chevaux peut faire en 1 heure, un moteur de 1.200 chevaux le fera en 5 minutes; malheureusement il coûte plus cher et c'est une considération qui vaut bien la peine qu'on s'y arrête.

Digitized by Google

Rayonnement et Propagation

par Louis LA PORTE

Il était intéressant de préciser ce qu'est le phénomène physique du rayonnement et comment les oscillations agissent à distance.

C'est ce que l'auteur étudie ci-dessous, en montrant les points qui restent encore à éclaircir — et ils sont nombreux.

CONSIDÉRONS une antenne parcourue par un courant alternatif à très haute fréquence. Deux points sont intéressants à étudier : 1) le phénomène physique de rayonnement ; 2) l'action à distance. Pour rendre l'explication plus facile, nous supposerons la terre à la fois plane et parfaitement conductrice. Théoriquement nous pouvons admettre qu'un courant alternatif à haute fréquence agite l'espace ambiant de la même façon que le ferait une pierre tombant dans l'eau et produisant une série de cercles concentriques. Ces cercles concentriques étant des ondes électromagnétiques déterminent dans l'espace qu'elles parcourent un champ électrique et un champ électromagnétique.

Ces deux champs ne sont pas constants mais périodiquement variables. La période de variation est égale à celle de l'onde émise.

Prenons un condensateur branché à une source d'électricité alternative et faisons éclater des étincelles entre deux petites boules placées l'une au-dessus de l'autre et reliées aux armatures du dit condensateur. Supposons la boule supérieure chargée positivement. Au moment où l'étincelle éclate, il se produit un champ composé de lignes de force électriques contenues dans un plan vertical et un second champ magnétique dont l'ensemble forme par rapport à un point pris sur l'étincelle, une série de cercles concentriques horizontaux. En un point S quelconque de l'espace soumis à ces deux champs l'on a une force horizontale magnétique tangente au cercle magnétique qui passe par le point et une force électrique tangente à la courbe de la ligne de force électrique passant par S. Les actions de ces deux forces à une certaine distance de S ne sont pas les mêmes. Celle du champ électrique agit en raison inverse du cube de la distance, celle du champ magnétique en raison inverse du carré de la distance. Les deux boules de l'excitateur étant alimentées par du courant alternatif, le courant provoqué par la décharge sera constamment variable.

Le champ magnétique existant se compose en réalité d'une action variant suivant le carré de la distance et d'une autre, fonction de l'inverse de cette distance. Le champ électrique est formé lui, de trois parties, la première proportionnelle au cube de la distance, la deuxième au carré, et la troisième à l'inverse de cette distance. En pratique à un certain nombre de kilomètres du poste d'émission on peut tenir seulement compte des forces électriques et magnétiques inversement proportionnelles à la distance. Considérons un point fixe de l'espace ; à un moment déterminé les forces électro-magnétiques deviennent nulles puis maximum en même temps. Si l'on reste toujours dans le cas d'un oscillateur du type Hertz, au-dessus de l'axe de l'étincelle, les deux forces sont constamment nulles.

Pour donner un aspect approximatif des ondes qui s'échappent de l'excitateur, l'on peut se les représenter par une série de tores à section elliptique dont le sens de rotation est celui des aiguilles d'une montre pour les ondes se dirigeant vers la droite et en sens inverse pour celles qui progressent vers la gauche. Le sens de haut en bas est provoqué par l'étincelle éclatant de la boule supérieure vers la boule inférieure et celui de bas en haut quand l'éclatement a lieu de la boule inférieure à la boule supérieure. On a donc une suite de tores, le 1er roulant dans un sens, le 2e tournant dans l'autre sens et ainsi de suite. Supposons deux plans l'un vertical, l'autre horizontal, l'intersection de ces deux plans étant dirigée suivant l'axe de propagation de l'onde électromagnétique, le champ électrique variable se trouvera sur le vertical et le champ magnétique variable sur l'horizontal. Les effets de ces deux forces peuvent être représentées par deux sinusoïdes l'une debout, l'autre horizontale ayant pour abscisses la ligne d'intersection des 2 plans.

Dans la pratique, l'oscillateur de Hertz n'est pas employé, il est remplacé généralement par une antenne verticale dont la base est reliée à la terre très conductrice. Ce dispositif nous ramène théoriquement à l'oscillateur ci-dessus, l'antenne joue le rôle de boule supérieure, la boule inférieure étant remplacée par l'image de l'antenne par rapport au sol. La terre a la propriété de réfléchir les ondes électriques comme un miroir le fait pour les rayons lumineux. En chaque point soumis aux champs de force électrique et magnétique, on trouve un champ provenant directement de l'antenne et un second réfléchi par la terre. On a donc une antenne agissant comme si elle avait une longueur double de celle qu'elle a en réalité. Les ondes progressant dans l'air constituent principalement le phénomène de rayonnement. Au fur et à mesure qu'elles avancent, ces ondes croissent en hauteur, et s'incurvent en arrière, finissant par former des zones semi-sphériques. Comme dans l'oscillateur de Hertz en un point déterminé de l'espace, on a une force magnétique tangente au cercle de force magnétique passant par ce point.

La force électrique est perpendiculaire à la force magnétique issue du point précédent. Valeur des forces électrique et magnétique sur une antenne établie à une certaine distance. L'expression en est donnée par $\frac{\omega I l \sin \alpha}{D}$

I étant le courant qui traverse l'antenne émettrice de longueur l, l, étant un petit élément de cette dernière, et D la distance parcourue par l'onde. Le courant I est constamment variable. La somme des effets produits par toutes les petites longueurs l constituant l'antenne peut se représenter par $h I_0$ au lieu de $I l$; I_0 est le courant à la base de l'antenne. La formule précédente devient $\frac{h I_0 2\pi}{\lambda D}$, $\frac{2\pi}{\lambda}$ étant ω.

Digitized by Google

Le courant traversant l'antenne réceptrice est $\frac{E h_r}{R_r}$ h_r hauteur de l'antenne réceptrice, E force électrique de réception. Le courant de réception est aussi proportionnel à $\frac{h I_0}{\lambda D}$. L'énergie transmise par l'antenne est en chaque point de l'antenne égale au produit de la force électrique par la force magnétique. Ces 2 forces sont proportionnelles au courant de base I_0, donc à I_0^2. L'énergie sera $I_0^2 R_r$ - R_r est la résistance de rayonnement définie pour une antenne sans terre par : $80 \left(\frac{h\pi}{\lambda}\right)^2$, h hauteur de rayonnement de l'antenne vibrant en 1/2 onde, λ longueur de l'onde fondamentale. Si l'on tient compte de la réflexion de l'antenne, R_r devient : $160 \left(\frac{\pi h}{\lambda}\right)^2$. Tout à l'heure pour faciliter l'exposé ci-dessus, nous avons supposé que la terre était très bonne conductrice et plane ; or il n'en est pas ainsi dans la réalité, il s'ensuit une consommation d'énergie et une déviation des ondes émises en pénétrant dans la terre. A la suite de nombreuses expériences on est arrivé à déterminer une formule approximative donnant la profondeur de leur pénétration. Pour $a = \frac{1}{\sqrt{2\pi c \omega}}$ le courant a environ le 1/3 de la valeur qu'il a en surface. Un certain nombre de savants ont cherché à évaluer mathématiquement l'intensité du courant de réception à une distance donnée. D'après ceux-ci, le courant de réception est proportionnel à $\frac{h I_0}{\lambda D}$ il faut tenir compte aussi d'une certaine absorption d'énergie par la pénétration des ondes dans le sol. Cette absorption est définie par le coefficient d'amortissement $e^{-0.0015 \frac{D}{\sqrt{\lambda}}}$. La valeur de I_r devient : $I_r = \frac{120 \pi h I_0 h_r}{R_r \lambda D} e^{-0.0015 \frac{D}{\sqrt{\lambda}}}$ par h_r on entend la hauteur de l'antenne réceptrice et par h la hauteur de rayonnement de l'antenne émettrice qui est toujours inférieure à sa hauteur véritable. La dernière formule ci-dessus qui est celle d'Austin admet une couche électrique servant d'écran et située à une centaine de kilomètres de la surface de la terre. Cette couche favoriserait les longues portées. Un phénomène que chacun a constaté est celui de la réception plus forte de nuit que de jour des postes situés à une grande distance. Ce phénomène est expliqué de la façon suivante par Ecclès. Sous la couche électrique s'en trouvent d'autres ionisées et dont l'état varie suivant l'éclairement. Ces hypothèses qui sont toutes déduites par l'expérience admettent que lorsque deux postes, l'un émetteur, l'autre récepteur se trouvent : 1) tous les deux dans la nuit, la réception peut être bonne ; 2) tous les deux en plein jour la réception est moins bonne que dans le premier cas ; 3) l'un dans la nuit, l'autre en plein jour la réception est médiocre. Ajoutons à ces hypothèses que la réception peut varier de 0 à 90° de la direction réelle de l'émetteur, suivant l'état électrique de l'atmosphère, même pour un émetteur très proche.

Malgré toutes les déductions mathématiques, les ondes de fortes grandeurs qui devraient transmettre à plus forte distance que les petites sont à l'heure actuelle dans un cas d'infériorité flagrante par rapport aux petites. On se trouve dans un cercle vicieux pour l'énergie à déployer, car ce sont les grandes antennes à grande capacité qui peuvent fournir le plus d'énergie. Ce problème de la transmission est donc encore loin d'être résolu, car la diffraction très importante pour la transmission semble moins absorber les grandes ondes que les petites.

Transparence et opacité hertziennes.

— Quand une onde électromagnétique rencontre un corps, elle se comporte de façons différentes suivant que le corps qu'elle rencontre est isolant ou conducteur. Dans le premier cas les électrons qui constituent l'isolant restent attachés aux orbites du système atomique auquel ils appartiennent. Ces orbites sont soumis à un mouvement oscillatoire suscité par les ondes qui les traversent. Les ondes émises traversent le corps isolant de la même façon qu'un rayon lumineux traverse un corps transparent. Un bloc de pierre et un bloc de verre sont donc identiques pour une onde électromatique. Dans le cas d'un corps conducteur, un nombre considérable d'électrons à l'état libre s'agite suivant les forces multiples qui les attirent dans un sens ou dans l'autre. Le courant alternatif d'une onde les pousse dans un sens puis dans un autre. Il y a donc courant alternatif électronique obéissant à la fréquence de l'onde qui les suscite.

La surface d'un corps conducteur est recouverte d'une série d'ondulations électriques, elle présente aux ondes électromagnétiques une certaine viscosité qui les font glisser. Les corps conducteurs sous l'impulsion des ondes émises engendrent des ondes de même fréquence, ils se comportent comme un véritable miroir et renvoient les ondes qui les frappent. Les corps conducteurs sont donc opaques.

Les ondes hertziennes diffèrent des ondes lumineuses en ce qu'elles sont polarisées. La réflexion et la réfraction se font toujours dans le plan de polarisation magnétique, qui est horizontal. Ces deux phénomènes ne peuvent se produire verticalement car les ondes électromagnétiques naissent en quelque sorte polarisées horizontalement.

Louis LA PORTE.

Digitized by Google

L'ALUMINIUM

L'aluminium dans les câbles électriques armés

COMPARAISON AVEC LE CUIVRE

L'emploi de l'aluminium dans la fabrication des câbles armés demande certaines précautions.

L'auteur étudie ci-dessous les conditions mécaniques et électriques que doivent remplir de tels ensembles.

Il expose ensuite la mise en œuvre : pose, raccord, etc.

Il conclut que, le plus souvent, la substitution de l'aluminium au cuivre procure une économie notable.

I. - COMPOSITION TECHNIQUE

LES câbles armés sont utilisés pour le transport souterrain de l'énergie électrique; ils se composent d'un ou plusieurs conducteurs en câble de cuivre ou d'aluminium recuit; chaque conducteur est entouré d'une matière isolante dant la composition varie avec la tension de service du câble : caoutchouc, papier imprégné, etc. L'ensemble : conducteurs-isolant est enrobé d'une gaine continue de plomb, posée à chaud à la presse. Cette gaine assure une étanchéité complète des conducteurs et de l'isolant.

Il faut de plus réaliser une protection mécanique suffisante pour que le câble puisse être placé directement dans le sol sans autre protection supplémentaire. Dans ce but, on revêt le câble d'une armature constituée par 2 rubans de fer feuillard, enroulés en hélice à recouvrement. Cette armature est séparée du plomb par un matelas en jute et elle-même protégée de la rouille par une couche de filin goudronné. Lorsque le câble, pour sa mise en place, doit être tiré à une extrémité (traversée sous-fluviale, descente le long des parois d'un puits de mine) on remplace les feuillards par des fils d'acier ronds ou méplats.

Dans le cas de câble à un conducteur pour courant alternatif à haute tension, on ne peut pas utiliser d'armature en fer feuillard ou fil d'acier à cause des effets d'induction internes qui occasionneraient des chutes de tension et des pertes d'énergie considérables. Le câble est alors simplement sous plomb et il devient indispensable de le poser dans des conduits en béton pour protéger la chemise de plomb contre les chocs de toute nature et spécialement contre les rats qui aiment beaucoup s'y aiguiser les dents.

En courant continu le câble est naturellement constitué par un seul conducteur. Dans le cas du courant alternatif triphasé on utilise des câbles à trois conducteurs jusqu'à 35,000 volts environ. Au delà de cette tension on a recours aux câbles à un conducteur que l'on réalise couramment pour des tensions allant jusqu'à 66,000 volts. Les derniers progrès de l'industrie des isolants ont permis d'établir des câbles fonctionnant à 130,000 volts; de tels câbles, fabriqués en Europe ont été mis en service aux Etats-Unis en 1927. La Société italienne Pirelli a réalisé un câble creux rempli intérieurement d'huile et comportant à ses extrémités une chambre d'expansion pour permettre la dilatation de la masse d'huile isolante; le diélectrique est composé de papier imprégné d'huile minérale. La Société des Câbles de Lyon a fourni pour la tension de 130,000 volts des câbles du type normal à un conducteur, isolés au papier imprégné.

Les câbles à conducteurs concentriques construits autrefois, sont abandonnés, en raison des difficultés d'exploitation auxquelles ils donnent lieu.

CONDUCTEUR

On se trouve limité dans l'intensité à admettre dans les câbles, soit par la chute de tension compatible avec les conditions du transport d'énergie, soit par l'échauffement maximum admissible. A ce point de vue il y a lieu de faire remarquer qu'en raison de la sensibilité de l'isolant à la température, celle-ci ne doit pas dépasser 50°. Pour des câbles isolés posés dans le sol, la comparaison entre le cuivre et l'aluminium se fera en admettant que le rapport des sections équivalentes au point de vue échauffement soit de 1,55;

Digitized by Google

dans ces conditions le rapport des poids d'aluminium et de cuivre sera :

$$\frac{1,55 \times 2,7}{8,95} = 0,468$$

Si on prend pour base de calcul l'égalité de conductibilité il faut remarquer qu'à 20°, pour du métal recuit, les résistivités sont :

Pour le cuivre .... 1,72 microhm. cm.
Pour l'aluminium .. 2,82 microhm. cm.

Le rapport des sections des conducteurs sera :

$$\frac{2,82}{1,72} = 1,64$$

et celui des diamètres :

$$\sqrt{1,64} = 1,28$$

Le rapport des poids d'aluminium et de cuivre équivalents au point de vue de la conductibilité est donc :

$$\frac{2,7 \times 1,64}{8,95} = 0,496$$

Ces 2 comparaisons sont données à titre indicatif car en pratique on déterminerait pour chaque métal, par la règle de lord Kelvin par exemple, la section économique à donner aux conducteurs.

Il est évident que l'augmentation de diamètre influe sur les poids d'isolant, de plomb, d'armature, etc. Nous examinerons ceci plus loin.

RESISTANCE D'ISOLEMENT

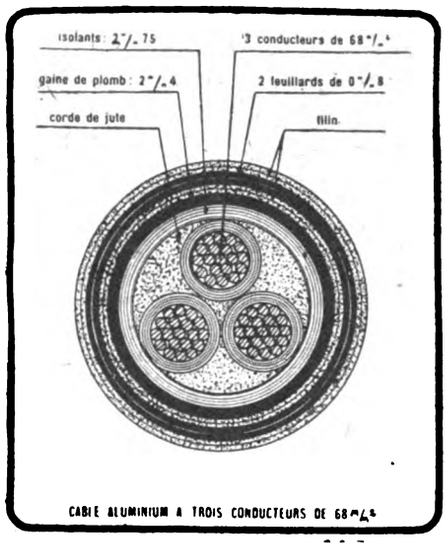
Par suite de l'augmentation de diamètre du conducteur la surface offerte au courant de fuite est plus grande et la résistance d'isolement se trouve diminuée. Pratiquement, cette diminution n'est que de quelques centièmes et l'isolement des câbles armés est toujours très large, de sorte que cette conséquence est sans aucune importance.

RESISTANCE DISRUPTIVE

On sait que l'isolant d'un câble ne travaille pas avec la même contrainte diélectrique dans toute son épaisseur, autrement dit que le champ électrique varie tout le long d'un rayon, et cette variation suit une loi hyperbolique décroissante depuis la surface extérieure du conducteur jusqu'à la surface intérieure de l'enveloppe de plomb.

Pour des câbles à basse et moyenne tension, le conducteur a une assez forte section et l'épaisseur d'isolant est relativement faible de sorte que le champ électrique, au gradient de potentiel a sensiblement la même valeur dans toute l'épaisseur du diélectrique.

Dans le cas des câbles à très haute tension, presque toujours à conducteur unique, il n'en va pas de même, et l'isolant travaille dans des conditions beaucoup plus dures près du conducteur que près de l'enveloppe.



CABLE ALUMINIUM A TROIS CONDUCTEURS DE 68 m/m²

Russel, en 1907, a signalé pour la première fois, que si on augmentait, en partant de zéro, le diamètre du conducteur en s'imposant de garder pour le diélectrique la même contrainte maximum, le rayon extérieur passait par un minimum lorsque son rapport au rayon du conducteur avait la valeur : $e = 2,718$.

Nous allons établir cette conclusion :

Soient :

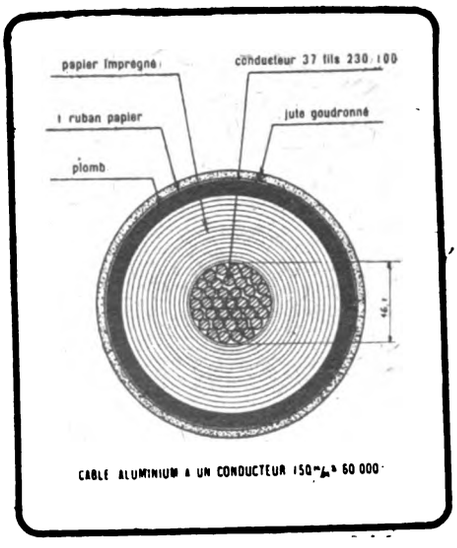
U le potentiel du conducteur par rapport à l'enveloppe,

r le rayon du conducteur,

d l'épaisseur de l'isolant,

R le rayon intérieur de l'enveloppe de plomb.

$$(R = r + d)$$



CABLE ALUMINIUM A UN CONDUCTEUR 150 m/m² 60 000

Le potentiel se répartit entre les différentes couches de l'isolant d'une façon inversement proportionnelle à leur capacité. Une couche de diélectrique d'épaisseur $d\,x$ et située à une distance x de l'axe présente par rapport au conducteur un potentiel u tel que :

$$U = \frac{U \operatorname{Log} \frac{R}{X}}{\operatorname{Log} \frac{R}{r}}$$

La contrainte diélectrique de la couche $d\,x$ est égale à la dérivée changée de signe du potentiel par rapport à la distance à l'axe :

$$-\frac{du}{dx} = \frac{U}{x \operatorname{Log} \frac{R}{r}}$$

Cette contrainte est maximum pour $x = r$; sa valeur est alors :

$$D = \frac{U}{r \operatorname{Log} \frac{R}{r}} \quad (1)$$

cette équation peut s'écrire :

$$\operatorname{Log} \frac{R}{r} = \frac{U}{Dr}$$

d'où, en passant des logarithmes aux nombres :

$$R = r\, e^{\frac{U}{dr}} \qquad (2)$$

Pour une valeur donnée de U et D il existe une valeur de r pour laquelle R est minimum. Cette valeur s'obtient facilement en annulant la dérivée de R par rapport à r :

$$\frac{d\,R}{dr} = e^{\frac{U}{dr}} \left(1 - \frac{U}{dr}\right) = 0$$

ce qui donne :

$$\frac{U}{dr} = 1$$

ou :

$$r = \frac{U}{D}$$

portant cette valeur dans l'équation (2) on obtient :

$$R = r\,e = 2,718\, r = r + d$$

d'où

$$r = \frac{d}{1,718} = 0,583\, d \quad (3)$$

Il arrivera souvent que le diamètre optimum au point de vue diélectrique, calculé par cette formule, conduira à un conducteur de cuivre de section surabondante pour la puissance à transporter. Dans ce cas l'emploi de l'aluminium sera nettement avantageux.

Digitized by Google

SURTENSIONS ET SURINTENSITES

A égalité de conductibilité et avec la même épaisseur d'isolant le câble d'aluminium supporte mieux les surtensions que le câble de cuivre, grâce au plus grand diamètre de l'âme qui diminue la contrainte diélectrique.

Dans les mêmes conditions, l'échauffement en cas de surcharges sera aussi moindre et cette propriété est précieuse en raison de l'altération que présentent les isolants actuels sous l'effet des températures élevées.

CAPACITE

En désignant par :
D le diamètre intérieur de l'enveloppe,
d le diamètre du conducteur,
K le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique,
L la longueur du câble,
la capacité C du câble a pour expression :

$$C = K \frac{L}{2 \operatorname{Log} \frac{D}{d}}$$

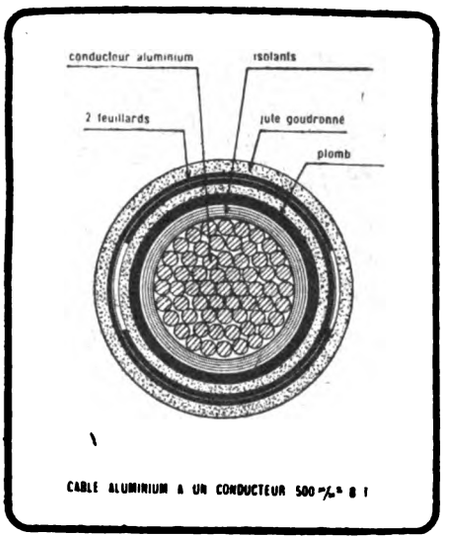
Si, pour le câble d'aluminium, on conserve la même épaisseur d'isolant que pour le câble de cuivre équivalent, on diminue le rapport $\frac{D}{d}$ et la capacité C se trouve accrue.

Cette augmentation de capacité a l'inconvénient d'accroître à vide l'intensité du courant de charge dewatté en avant; par contre, elle a l'avantage de compenser plus ou moins en charge le courant dewatté en arrière et la chute de tension s'en trouvera diminuée.

POSE ET RACCORDS

Le poids d'un câble armé dépend de facteurs nombreux et il n'est pas possible de donner de formules générales donnant le rapport des poids de câbles d'aluminium et de cuivre équivalents. La comparaison ne peut être faite que dans chaque cas particulier. Quant à la pose, elle nécessite dans l'un et l'autre cas, les mêmes précautions.

Les raccords sont généralement faits par serrage. Cependant des raccords soudés ont déjà été effectués. Avec l'aluminium il faut prendre la précaution d'enlever la couche d'alumine qui recouvre les



CABLE ALUMINIUM A UN CONDUCTEUR 500 m/m² 8 f

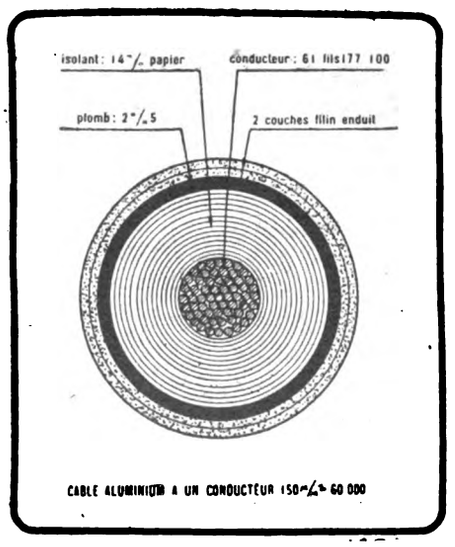
conducteurs au moyen d'une toile émeri enduite de vaseline.

II

COMPARAISON ECONOMIQUE CONDUCTEURS

Nous avons indiqué au début de cette étude qu'à conductibilité égale le rapport du poids d'aluminium au poids du cuivre était 0,496.

Pendant les trois dernières années les prix moyens ont été de 16 fr. 90 le kilog



CABLE ALUMINIUM A UN CONDUCTEUR 150 m/m² 60 000

pour le câble d'aluminium et 13 fr. 10 pour le câble de cuivre. L'économie réalisée sur les conducteurs par l'emploi de l'aluminium s'établit donc à :

$$100 \times \frac{13,10 - 16,90 \times 0,496}{13,10} = 36\ \%$$

ISOLANTS ET ARMATURE

Il faut distinguer deux cas : celui de la basse tension où le conducteur est déterminé principalement par la condition de conductibilité, et celui de la haute tension où intervient en plus la rigidité diélectrique.

A) *Câbles à basse tension et forte intensité.* — Pour les câbles à 600 volts et courant continu en aluminium installés en 1912 et 1914 par la Compagnie Générale des Omnibus, on a estimé que l'économie réalisée était de l'ordre de 13 %. A cette époque le rapport des prix de l'aluminium et du cuivre était approximativement le même que celui qui ressort des cours moyens des trois dernières années.

B) *Câbles à haute tension.* — Considérons par exemple un câble destiné à un transport de 6,600 kilowatts en courant alternatif triphasé sous la tension de 66,000 volts.

L'intensité par conducteur sera de 58 ampères et en admettant une densité de courant de 0,9 Ampère par millimètre carré, on sera conduit à une section de cuivre de 64,5 millimètres carrés correspondant à un diamètre de conducteur câblé de 10,5 millimètres.

D'autre part, en prenant pour base, relativement à l'isolant, une résistance moyenne de 5,000 volts par millimètre, on est amené à une épaisseur d'isolant de 13,2 millimètres, ce qui implique, pour le conducteur, selon la formule finale (3) établie plus haut, un diamètre égal a :
$2r = 2 \times 0,582 \times 13,2 = 15,4$ mil.
donc très supérieur à celui déterminé par la seule considération d'échauffement. L'emploi de l'aluminium permettra, dans ce cas, une économie très sensible.

CONCLUSION

Il existe certainement des cas où l'emploi de l'aluminium dans les câbles armés ne présente pas d'économie par rapport au cuivre, mais ceux nettement favorables que nous venons de citer représentent un très grand nombre d'applications possibles qu'il est souhaitable, dans l'intérêt général du pays et dans l'intérêt particulier des exploitants, de voir réaliser.

Digitized by Google

ÉCLAIRAGE

PHARES & PROJECTEURS

par PAGÈS

Nous nous excusons auprès de nos lecteurs d'une erreur de mise en page dans le numéro précédent. Les figures d'un autre article étant passées à la place de celles données ici. Nous faisons d'ailleurs reparaître, article et dessins au complet, pour combler les désirs des lecteurs que cette rubrique intéresse.

Même dans le langage courant de l'automobiliste on confond phare et projecteur. Pourtant, us sont essentiellement différents.

Outre une définition complète de ces termes, on trouvera ci-dessous un exposé complet de leur évolution en ce qui concerne les phares.

Depuis le « feu » de Cordouan, à bois, jusqu'aux optiques modernes on pourra suivre les progrès de ces modes de signalisation aux navigateurs terrestres et aériens.

ON considère souvent ces deux termes comme synonymes. Il n'en est rien. Un phare sert à la signalisation et au balisage des routes maritimes et aériennes; un projecteur est un appareil destiné à éclairer à grande distance. Tel est le cas des appareils d'éclairage dont sont pourvus les autos et que l'on désigne quelquefois, à tort, sous le nom de phares.

Comme nous le verrons au cours de ces articles, il n'y a pas de différences profondes de construction entre eux et il est arrivé assez souvent que l'on a utilisé des appareils conçus primitivement comme projecteurs pour faire des phares; par exemple, le phare aérien du Mont Valérien qui devait être utilisé primitivement comme projecteur pour la défense aérienne de Paris.

I. — PHARES

Historique des Phares

Les phares remontent à la plus haute antiquité. Homère en parle dans le XVIIIe chant de l'Iliade.

L'un d'eux, celui d'Alexandrie, était considéré comme une des sept merveilles du monde. Etabli dans l'île de Pharos, il a donné son nom à tous les autres phares. Il avait été construit antérieurement au règne d'Alexandre le Grand, puis il fut remanié par un des Ptolémé qui fit ériger la tour de marbre blanc de 70 mètres de haut qui existait encore au XIIe siècle; cette dernière construction avait coûté, paraît-il, l'équivalent de 4 millions 1/2 de francs or.

En France, un phare célèbre et très ancien est celui de Cordouan construit sur l'île du même nom à l'embouchure de la Gironde. Il fut surélevé au XVIIe siècle et son feu fut porté à 60 mètres au-dessus du niveau des basses mers.

Jusqu'à cette époque,on utilisait comme source lumineuse des foyers au bois ee au charbon. A la fin du XVIIIe siècle on se mit à employer des lampes à huile et en 1782, le feu de Cordouan était formé de 80 lampes à mèches plates placées au foyer de réflecteur ayant vaguement la forme d'un segment sphérique. Le rendement de l'ensemble était déplorable; les lampes fumaient et noircissaient les réflecteurs. En 1783, on eut l'idée d'employer une lampe à mèche cylindrique avec double courant d'air. Un tube intérieur creux permettait d'amener l'oxygène nécessaire au centre la flamme et d'avoir ainsi une bonne combustion. Ces lampes étaient placées au foyer de réflecteurs paraboliques disposées par groupes, les réflecteurs de chaque groupe étant parallèles. On suspendait le tout de façon à pouvoir le faire tourner. Ce furent les premiers feux à éclipses.

On remplaça le feu de Cordouan en 1790 par un appareil de ce genre. Il donnait toutes les 2 minutes des éclats dont la durée primitivement de 5″ fut portée à 10″.

A la fin du XVIIIe siècle, toutes les nations maritimes avaient adopté ce dispositif. Depuis les perfectionnements sont portés soit sur la partie optique, remplacement du réflecteur par une lentille à échelon, soit sur la source lumineuse, lampes à mèches concentriques, manchons à incandescence fonctionnant au moyen de la vapeur de pétrole ou d'essence, puis, enfin, utilisation de l'électricité soit au moyens d'arcs, soit,dans ces toutes dernières années, avec des lampes à incandescence dont la puissance peut atteindre 10 kw.

Partie optique des phares

Une des propriétés principales des phares est la portée qui est liée à l'intensité maxima dans le faisceau émis. Pour augmenter cette intensité, tout en restant dans des limites de puissance acceptables pour la source lumineuse, on a été conduit à concentrer le flux émis dans un angle aussi petit que possible. Pour arriver à ce résultat, les deux appareils utilisés sont la lentille à échelons, dite lentille de Fresnel, du nom de son inventeur, et le miroir parabolique.

A) *Lentille de Fresnel.* — Si on prend une lentille bi-convexe ou plan-convexe et que l'on dispose à l'un de ses foyers un point lumineux, on obtient un faisceau émergeant de faible divergence. Cette divergence peut être pratiquement nulle si les arcs constituant les faces sont petits

Digitized by Google

par rapport au rayon correspondant. Elle peut même être rigoureusement nulle si l'on prend comme face d'entrée pour le rayon incident un cercle ayant pour centre le point lumineux et comme face de sortie un arc d'ellipse dont le foyer coïncide avec le centre du cercle; mais si l'on veut utiliser des lentilles dont le diamètre augmente par rapport à la distance focale, on est conduit à avoir des épaisseurs et par suite des absorptions et des poids prohibitifs. De plus les défauts, aberration sphérique et chromatique, peu importants dans les lentilles à faible ouverture, deviennent très importants dans les autres et donnent au faisceau un hétérogénéité et une divergence inadmissibles. Les lentilles à face elliptique n'ont pas d'aberration de sphéricité, mais ne sont pas achromatiques et leur fabrication très délicate en fait des objets de laboratoire.

Pour remédier à ces différents défauts, Fresnel a imaginé la lentille à échelons qui consiste en un système optique admettant une face commune et dont la seconde face est formée d'une série d'éléments courbes disposés les uns au-dessus des autres, et dont les rayons sont calculés de façon qu'ils aient le même foyer. Ce sont des portions de lentilles. Sur la fig. 1, on a représenté une lentille à échelons plan-convexe et en pointillé la 2e face des différentes lentilles épaisses correspondantes.

Ce genre de lentilles ne peut pas être obtenu facilement au-dessus d'une certaine dimension, aussi les entoure-t-on d'une série d'anneaux fabriqués séparément et formés d'une face intérieure sphérique, d'une face extérieure convexe et d'une troisième face plane formant joint. Le tout forme un dioptre composé ou un système dioptrique.

Fresnel ne borna pas là son invention. Il voulut utiliser un flux encore plus grand que celui qu'il pouvait recueillir avec le système dioptrique où il était limité par l'aberration chromatique. Il disposa au-dessus de la source lumineuse une série de miroirs à 45°, qui dirigeaient parallèlement à l'axe le flux lumineux reçu. Ces miroirs étaient difficiles à construire et leur argenture était rapidement abîmée par l'air humide et salin. Il fut obligé de les remplacer par des prismes à réflexion totale ayant deux faces planes, et une face courbe. Pour des facilités de construction, on a été amené par la suite à les modifier en faisant les trois faces courbes. La face d'entrée est concave, la face réfléchissante et la face de sortie sont convexes.

Sur la fig. 2, nous avons indiqué le profil que présente un tel ensemble. L'angle d'ouverture du faisceau utile est aux environs de 140°.

Les anneaux sont d'abord moulés, puis taillés et polis dans des bassins en fonte présentant la courbure voulue.

Si l'on fait tourner le profil de la fig. 2 autour d'un axe vertical, on obtient un optique circulaire concentrant la lumière dans un plan horizontal et servant pour les feux fixes; si l'on fait tourner au contraire ce même profil autour de l'axe optique, on obtient une lentille dite annulaire. Assemblées autour d'un axe vertical, elles servent pour les feux à éclats.

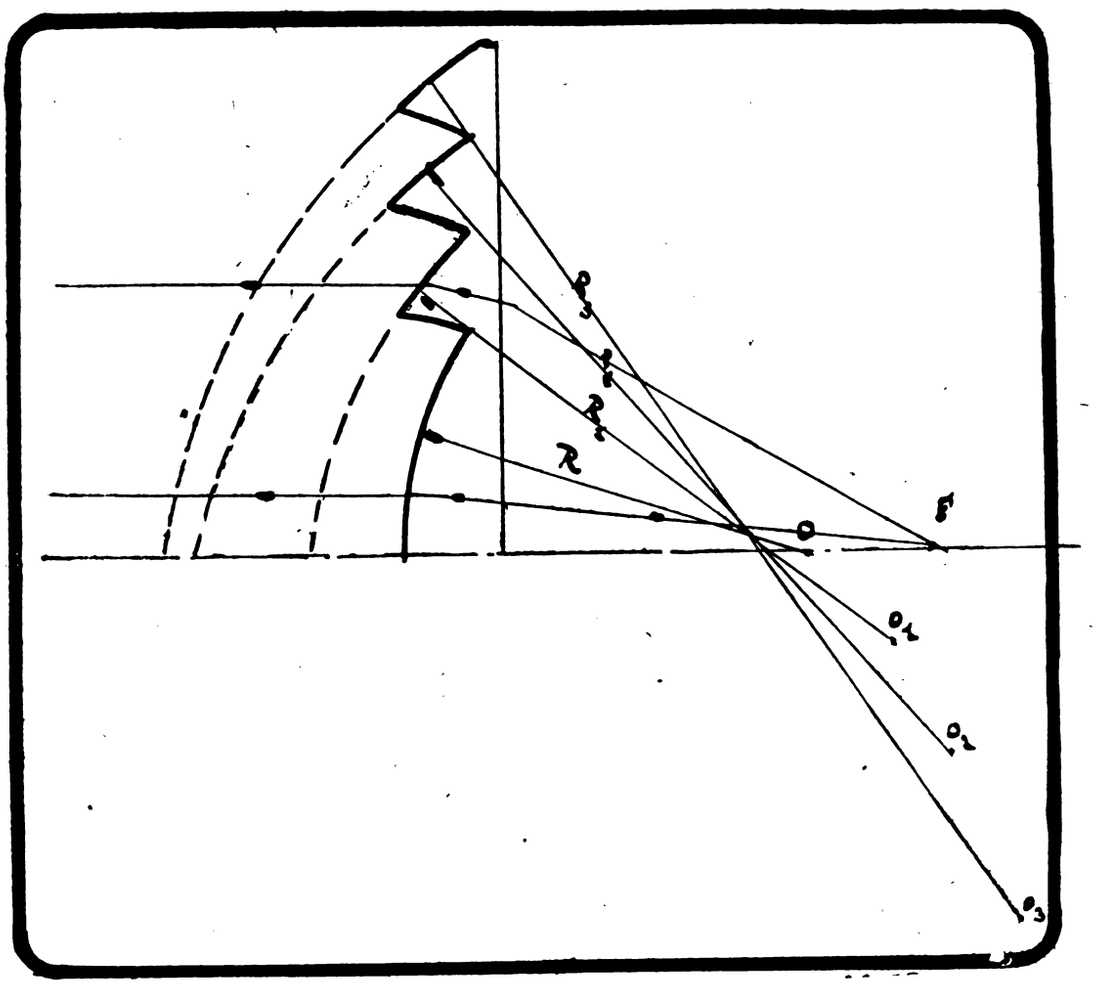


Fig. 1.

Le service des phares classe en neuf groupes les optiques suivant leur distance focale qui varie de 1 m. 33 jusqu'à 0,015.

Grâce au progrès réalisé pour les sources lumineuses, on ne construit plus maintenant les appareils des deux premiers groupes dont il n'existe que quelques modèles.

On a commencé par disposer dans les

Digitized by Google

feux à éclipses l'optique sur une plateforme mobile entraînée par un mouvement d'horlogerie, mû par un poids tombant dans la tour du phare. A la suite d'essais sur la durée de perception des sensations lumineuses, on a été conduit à diminuer la durée des éclairs donc, à faire tourner le phare plus vite. L'ancien système, où les frottements étaient considérables, n'était plus utilisable. On a résolu le problème en faisant flotter la plateforme supportant l'optique sur un bain de mercure, le tout étant toujours entraîné par le mouvement d'horlogerie. Dans les phares équipés électriquement,

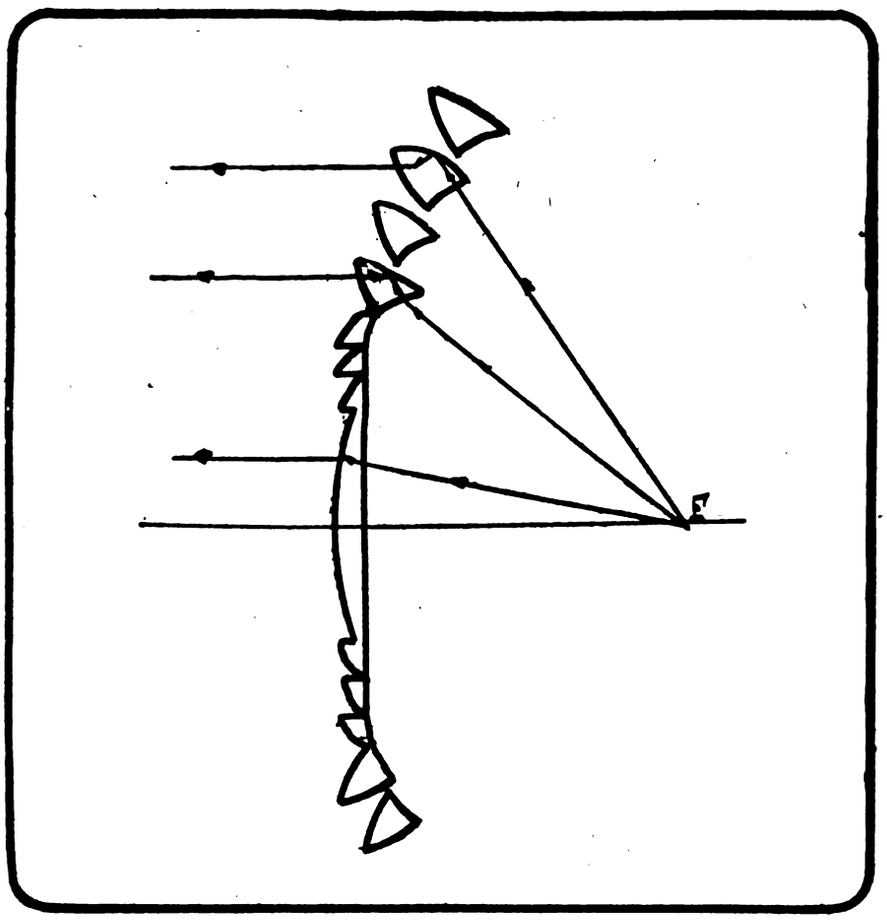


Fig. 2.

on emploie maintenant un moteur électrique.

Le montage optique est très délicat. Chaque anneau ou pour ceux de grande dimension chaque portion d'anneau est sertie dans une alvéole en bronze et l'assemblage et le réglage nécessitent de nombreuses mesures photométriques.

L'éclat d'une telle lentille est très grand, il est théoriquement égal lorsque la source de petite dimension est placée au foyer du système à l'éclat de cette source.

Réflecteur parabolique. — Rappelons rapidement quelques propriétés de la parabole. On sait qu'une parabole est le lieu des points situés à égale distance d'une droite fixe appelée directrice et d'un point appelé foyer. La droite menée par le foyer perpendiculaire à la directrice est l'axe de la parabole.. Soit un point M de la parabole. De ce point abaissons la perpendiculaire MH sur la directrice B, on a MF =MH. La tangeante MT est bissectrice de l'angle formé par le rayon vecteur MF et la perpendiculaire MH à la directrice. La normale MN sera bissectrice extérieure du même angle.

Par suite, si l'on place un point lumineux en F, le rayon frappant la courbe en M sera réfléchi suivant MH^1 parallèlement à l'axe. Réciproquement, un rayon parallèle à l'axe passera après réflexion par le foyer. La parabole est une courbe stigmatique pour l'infini. Le point S où la parabole coupe l'axe est le sommet de la parabole, si I est le point où la directrice coupe l'axe, la distance I F est appelée le paramètre p. La longueur FS est évidemment égale à la moitié de FI donc p/2.

$$ES = \frac{IF}{2} = \frac{p}{2}$$

La parabole est définie par son foyer, son axe et son paramètre.

Considérons ce qui se passe lorsque le foyer restant fixe le paramètre p varie.

Si p augmente, S s'éloigne de F. Le point de la courbe situé sur la perpendiculaire à l'axe en F, soit L, est à une distance de F égale à FH, c'est-à-dire au paramètre p. L'ouverture de la parabole pour ce point LL' est donc égale à 2 p si le paramètre double, cette ouverture va donc devenir quatre fois plus grande. On voit que l'ouverture d'un miroir va aller en croissant rapidement lorsque p augmentera.

Sur la figure 4, on a représenté des paraboles dont les paramètres sont respectivement égaux à 1, 2 et 3. Pour un même diamètre d'ouverture D correspondant à la parabole du paramètre 1, on a un angle d'ouverture total α_0 de 180° ; on aura pour la parabole :

Du paramètre 2 une ouverture de α_1 de 106° ;

Du paramètre 3 une ouverture de α_2 de 94° ;

Du paramètre 4 une ouverture de α_3 de 56° ;

etc...

Il semble donc que si l'on veut, sans avoir des diamètres prohibitifs, utiliser une grande partie du flux lumineux d'une source placée au foyer, on doit employer une parabole de faible paramètre.

Toutes les propriétés que nous venons de donner ne s'appliquent naturellement qu'à une source théorique de dimensions nulles. Supposons que l'on ait, au contraire, une source sphérique de centre F et de rayon *a*. Chaque point de la parabole va recevoir des rayons lumineux situés sur un cône de révolution ayant ce point comme sommet et circonscrit à la sphère lumineuse. a tangente de l'angle au sommet de ce cône α serait égale, si p est la longueur du rayon vecteur à

$$tg \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{\rho}$$

Ces rayons après réflexion seront répartis sur un autre cône de révolution ayant pour axe la parallèle à l'axe de la parabole passant par le point considéré et pour ouverture la même que celle du cône incident. On voit de suite, après la valeur donnée pour la tengente de l'angle au sommet, que l'ouverture du cône diminue à mesure que p augmente, c'est-à-dire, lorsque le point M s'éloigne du sommet. Il sera minimum pour le bord et maximum pour le sommet et il sera égal à α_0, $tg \frac{\alpha_0}{2} = \frac{2a}{p}$ Si l'on désire avoir un faisceau plus divergent, il faudra prendre des paraboles de grands paramètres utilisant un faible

Digitized by Google

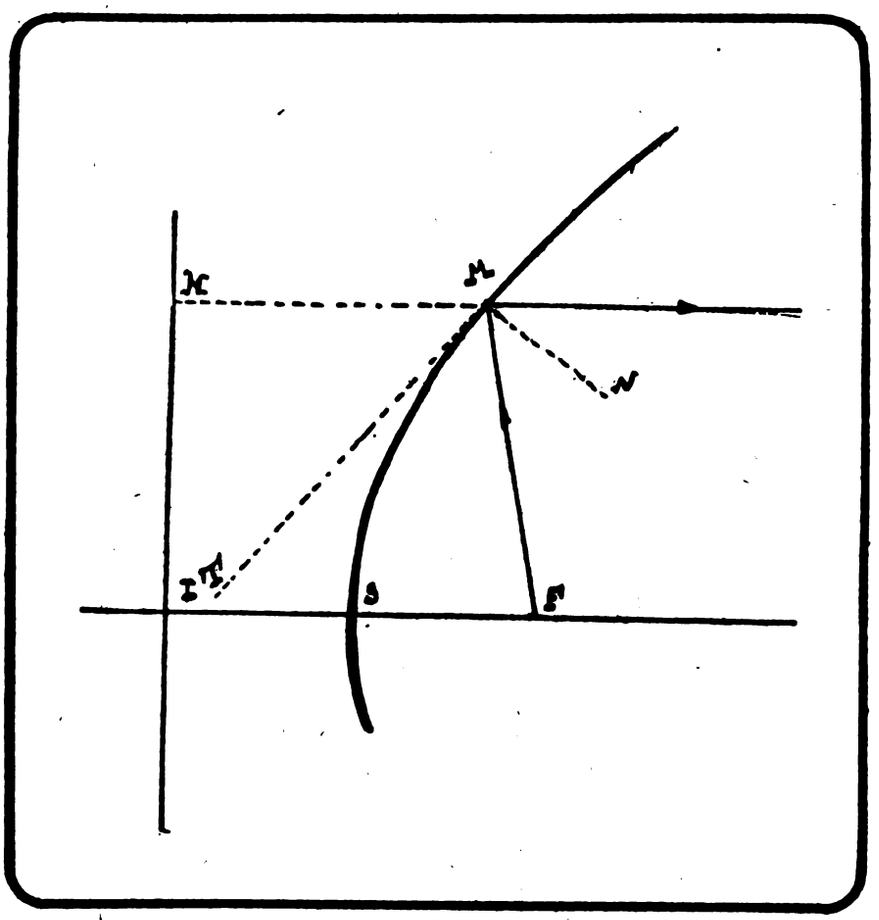


Fig. 3.

flux. La divergence maximum se déduira facilement des dimensions de la source et de la valeur de p. C'est cette solution que l'on a adoptée dans les phares à miroirs où l'on doit avoir un faisceau très peu divergent.

Les paraboles sont en bronze taillé à la machine et polis spéculairement. On les dore ensuite, l'or ayant un assez bon pouvoir réflecteur et s'altérant peu. Comme il est difficile de tailler des miroirs de très grandes dimensions, on les divise en plusieurs morceaux qui sont travaillés séparément, étudiés optiquement par la méthode du réseau puis assemblés. On obtient ainsi de très bons réflecteurs peu fragiles mais que l'on doit redorer de temps en temps. On n'emploie pas de parabole en verre argenté à cause de leur fragilité et aussi à cause de l'altération très rapide de l'argenture au bord de la mer.

Position des phares. — On admet le principe général de Dufresnel pour le balisage d'une côte, disposer les feux aux points principaux de façon que par temps moyen, un navigateur puisse toujours distinguer un phare. Il faut donc que les cercles limitant les zones d'actions se recoupent.

Une fois les points principaux signalés et reconnus, le marin pourra s'approcher des côtes où il sera guidé jusqu'à l'entrée du port par des feux de plus faible portée.

On voit la nécessité d'utiliser les appareils de puissance très variée.

Pour l'aviation, le problème se pose à peu près de la même façon. Il faut, tout d'abord, un balisage des principales routes aériennes, puis une signalisation des terrains d'atterrissage qui correspond au port pour les marins. Ici, encore, les feux jalonnant les routes aériennes doivent être tels qu'un pilote passant au-dessus de l'un d'eux voit le suivant. Malheureusement, si on est parvenu à se mettre d'accord pour les phares maritimes, il est loin d'en être de même pour l'aviation. Les systèmes proposés sont nombreux, phares très puissants, type Saint-Affrique et Mont-Valérien placés à grande distance les uns des autres, phares moins puissants placés tous les 10 kilomètres à peu près, tubes au néon encore plus rapprochés les uns des autres; enfin, appareils d'éclairage mixtes très rapprochés (100 mètres maximum) et servant à la fois pour l'éclairage des routes et pour le balisage.

Propriétés des phares. — Comme nous le voyons, les deux propriétés principales d'un phare sont :

1° La portée;

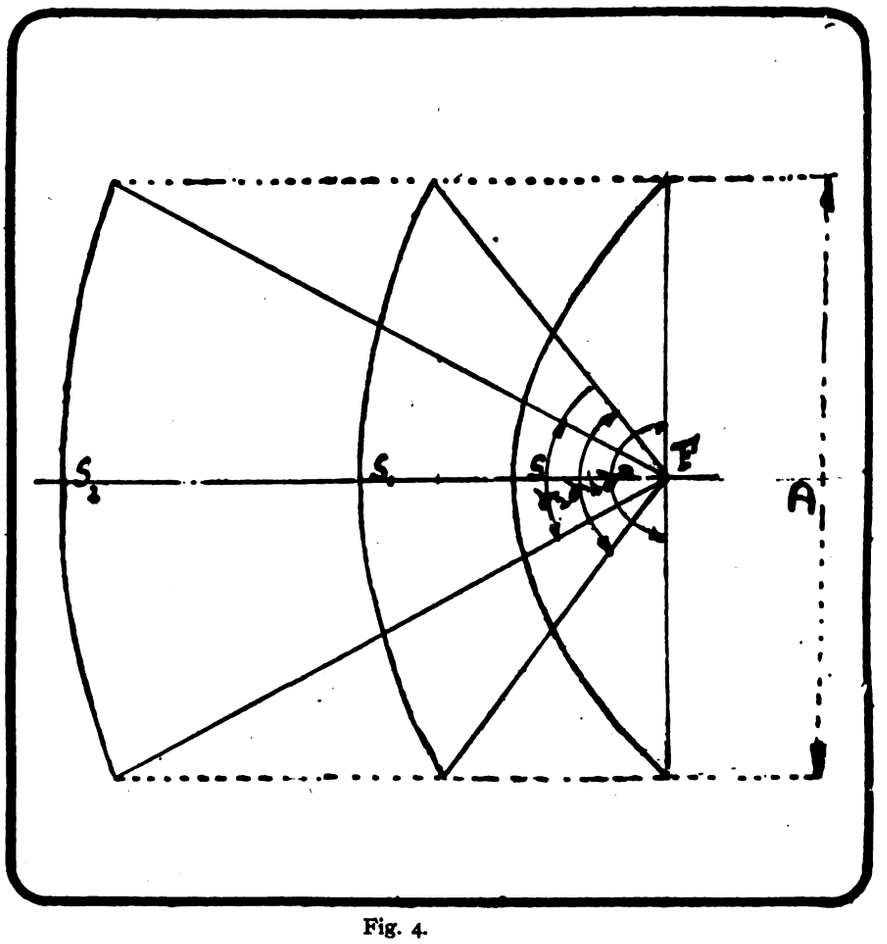


Fig. 4.

Digitized by Google

2° L'apparence, c'est-à-dire la possibilité d'identifier le signal.

La portée est fonction de l'intensité émise, de la transparence de l'air, de la sensiblité de l'œil, c'est-à-dire de l'éclairement minimum auquel l'œil est sensible. Ceci n'est exact naturellement qu'à condition que rien ne vienne occulter le feu, par exemple, s'il est situé au bord de la mer et s'il n'est pas placé suffisamment haut, la courbure de la terre.

Ces trois quantités sont en général assez mal connues et il est souvent plus facile de mesurer la portée d'un phare que de la calculer.

Le calcul très délicat de l'intensité I comporte un grand nombre de paramètres difficiles à évaluer. La transparence de l'air varie d'un jour et même d'un moment à l'autre. Par temps très clair, un kilomètre d'air absorbe déjà 2 %. Pour un nombre n de kilomètres cette transparence sera égale à $(0,98)^n$, fonction exponentielle diminuant très vite quand n augmente. Par temps moyen, c'est-à-dire pour l'atmosphère régnant la moitié de l'année la transparence est de 0,90. Par temps brouillé, elle tombe à 0,8 et même à 0,6. Ceci en dehors du brouillard où il arrive qu'une source puissance ne soit même plus visible à 100 mètres.

La sensibilité minima de l'œil varie suivant les individus. On convient dans les calculs de prendre une moyenne, sur laquelle les auteurs ne sont d'ailleurs pas d'accord. Ils l'expriment comme l'intensité minima d'une source visible à 1 kilomètre de distance. Les chiffres donnés varient de 0,1 bougie à 0,3.

Si on appelle e cet éclairement minimum de la pupille, I l'intensité de la source, X la portée et A la transparence, ces quatre quantités sont liées par la relation :

$$e = I \frac{a^x}{x^2}$$

On voit que l'on a intérêt à ce que I soit le plus grand possible. On peut juger les progrès accomplis depuis un siècle dans la construction des phares par leur augmentation de puissance.

Le réflecteur parabolique de Cordouan donnait 2.400 bougies. Avec la première lentille dioptrique de Fresnel, on est passé à 61.000 et à 85.000 par

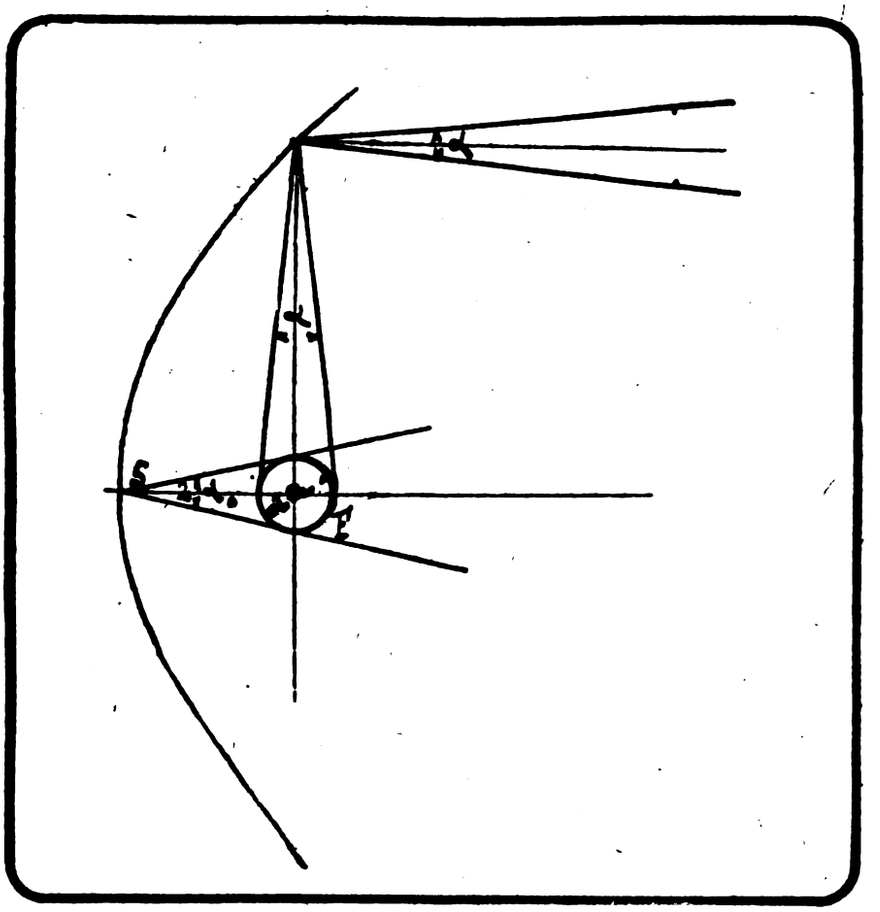


Fig. 5.

l'adjonction d'anneaux catadioptriques. En 1900, un feu-éclair marchant à l'incandescence par la vapeur de pétrole donnait 250.000 bougies.

Avec les feux électriques on obtient encore beaucoup plus. Le feu de La Hève, en 1893, donnait 14.000.000 de bougies; celui d'Eckmul à optique double, 24.000.000. Actuellement, avec les réflecteurs on arrive à plusieurs centaines de millions de bougies.

Pour faire varier l'apparence, on agit soit sur l'intervalle des éclats, soit sur la couleur. Dans les anciens feux, on mélangeait très souvent les teintes. On avait par exemple, des mélanges de blanc, de rouge et de vert, ou seulement de blanc et de rouge. Actuellement les feux sont entièrement blancs ou colorés. On n'emploie plus d'ailleurs pour les feux importants que la lumière rouge, qui, malgré la grande absorption de la glace colorée, a une portée plus grande par temps brumeux que les feux blancs. Les rayons rouges sont, en effet, moins déviés que les rayons de plus courte longueur d'onde et porteront plus loin. Un feu blanc, à grande distance, apparaît rouge par temps de brouillard. Les verres verts utilisés actuellement par la marine absorbent les 7/8 du feu incident; de plus, par temps brumeux, ils perdent également leurs couleurs caractéristiques et apparaissent grisâtres. Ils ne sont plus employés que pour les petits feux d'entrées de ports.

Dans le prochain article, nous nous occuperons des projecteurs d'automobiles. Cette question est très importante actuellement et une réglementation très sévère vient d'êre édictée par le Ministère des Travaux Publics.

Paris, 18/9/30.

PAGES,
Ingénieur E. S. E.

Digitized by Google

AVIATION

LES PHARES DE BALISAGE A GRANDE PORTÉE

par Gilbert ÉTIENNE

Dans un article précédent, notre collaborateur a traité des phares et projecteurs, en insistant sur les différences qui existent entre ces ensembles.

Aujourd'hui, on trouvera ci-dessous une étude très intéressante des phares à grande puissance et de leur application possible dans un avenir prochain suivant les modifications des méthodes de navigation aérienne.

Il reste néanmoins que nos deux phares — Mont-Valérien et St-Affrique — sont les deux plus puissants du monde.

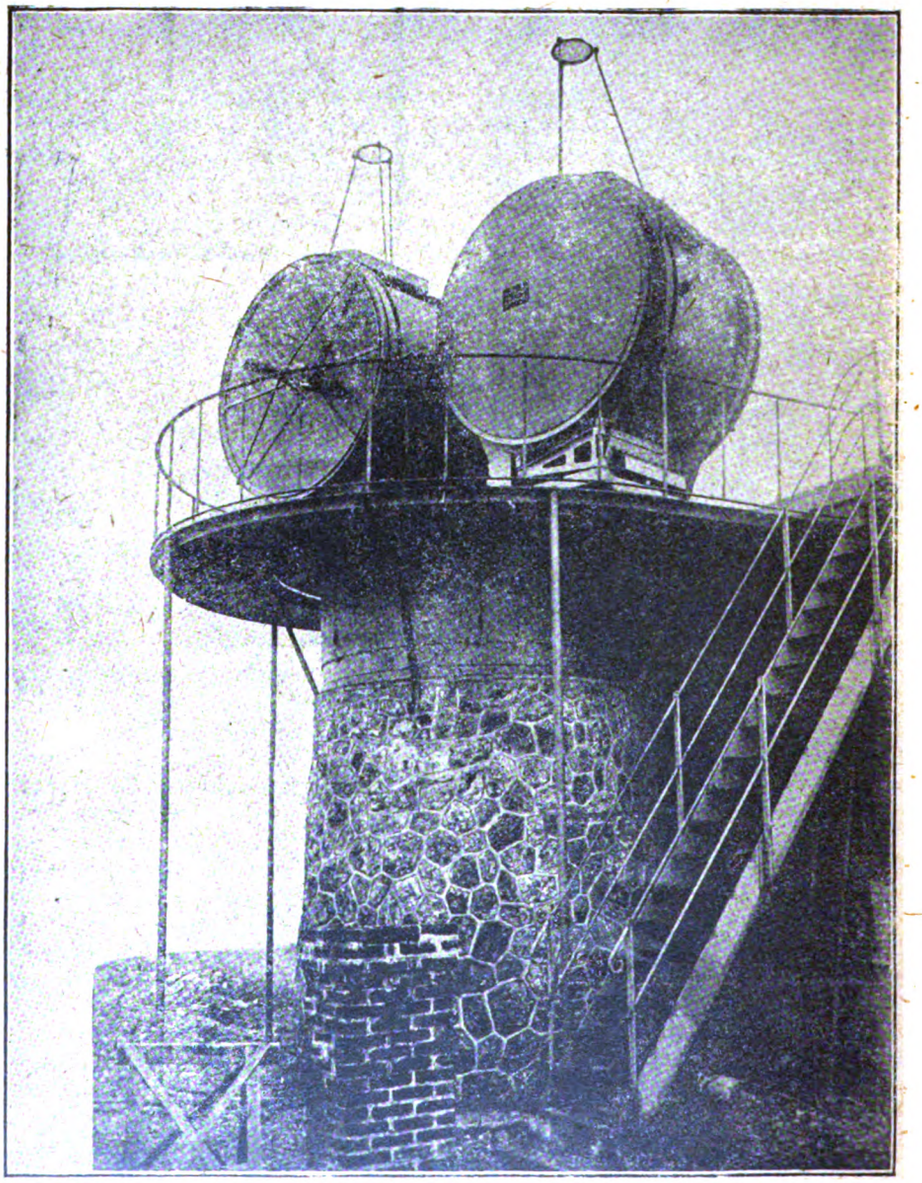
LA France possède les deux phares les plus puissants du monde. Ils ont été construits immédiatement après la guerre pour l'usage particulier de la navigation aérienne et ont été placés à proximité des deux grands centres aéronautiques français : Paris et Lyon.

Il semblait, à ce moment, que l'efficacité d'un phare de balisage était en raison directe de son rayon d'action, et que les principaux nœuds de communication du réseau aérien devaient être munis d'un phare à grande portée.

La pratique n'a pas confirmé cette conception et aujourd'hui les phares de grande puissance sont complètement abandonnés.

On leur préfère le sytème de balisage composé d'un grand nombre de feux jalonnant les routes aériennes (1). Il est bien évident qu'à puissance égale le rendement est bien meilleur, si l'on songe que le moindre petit nuage peut masquer le phare de 80 kilowatts alors qu'il ne masquera qu'un seul des nombreux petits phares que l'on pourra alimenter avec la même énergie.

D'autre part, actuellement, les avions voyagent, en général de nuit à une altitude variant entre 1,000 et 1,500 mètres; or en considérant le diagramme établi par M. Volmerange on remarque qu'à cette altitude, à 150 km de distance, on commence à sortir du faisceau d'un phare dont l'axe optique se trouve dans le plan horizontal et que pour voir ce même



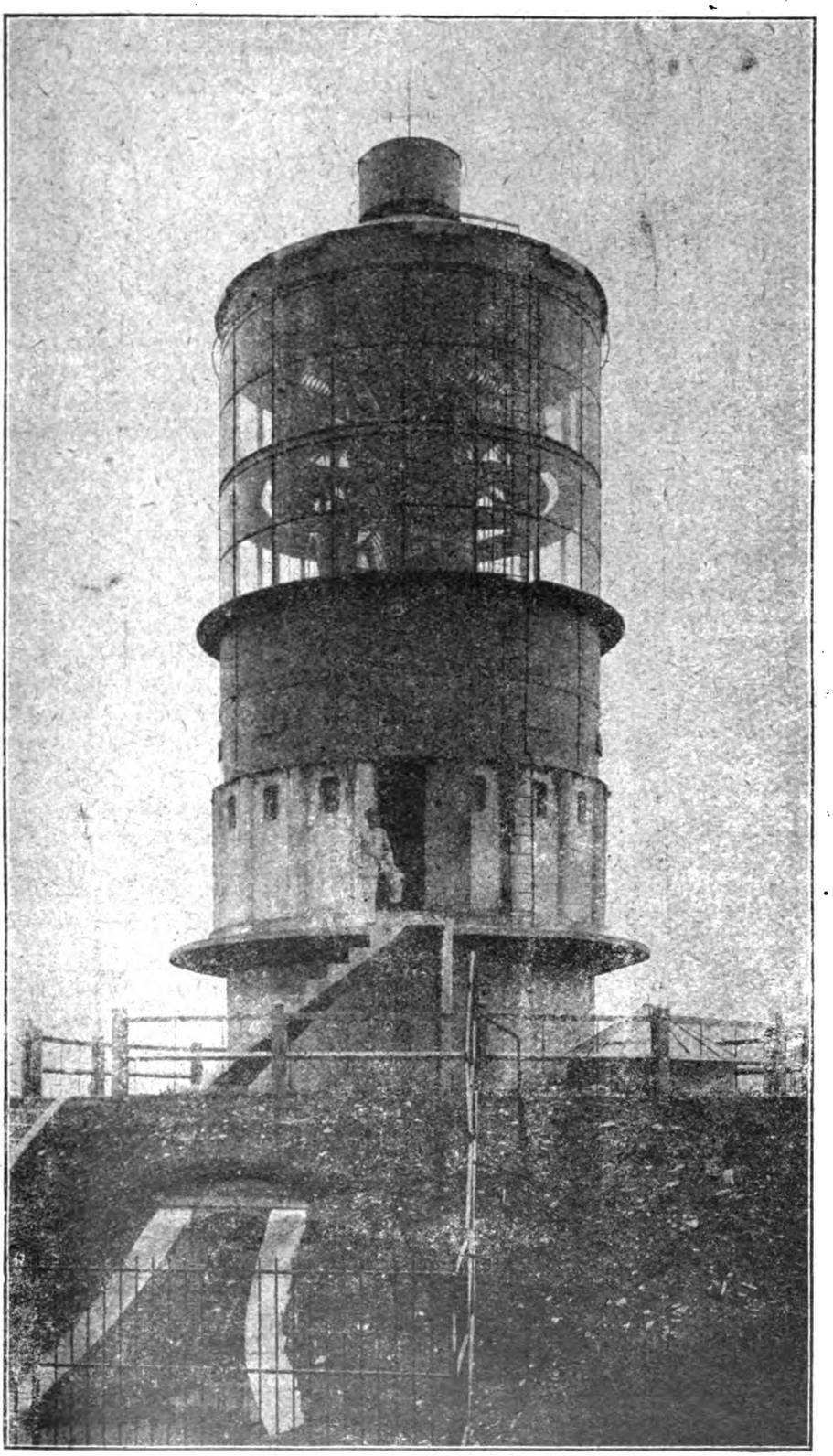
PHARE DU MONT VALÉRIEN

(1) QST, N° 79, d'octobre 1930.

Digitized by Google

phare à 200 km il faudrait monter à près de 3,000 mètres.

Par conséquent pour atteindre ces portées, qui, en pratique, sont des portées maxima à cause de la rotondité de la terre, point n'est besoin de phares extrêmement puissants. Des portées de 100 à 150 kms, par nuit claire sont facilement obtenues avec des phares de 6 à 7 kilowatts, et l'expérience a montré que par nuit brumeuse, les phares de grande puissance étaient aussi inefficaces que les petits feux de jalonnement.



PHARE A LONGUE PORTÉE B. B. T.

Ces grands phares sont de deux types tout à fait différents : l'un est situé au sommet du mont Valérien, construit par les Etablissements Sautter Harlé est un phare catoptrique à miroir doré; l'autre, placé sur le mont Affrique, construit par les Etablissements Barbier, Bénard et Turenne est un phare dioptrique à optique de Fresnel.

Nous allons donner la description sommaire de chacun de ces deux appareils.

Phare à longue portée Sautter Harlé. — Cet appareil comprend deux projecteurs à miroir métallique, à surface parabolique dorée système S. H. du calibre de deux mètres de diamètre.

La source de lumière située au foyer de chacun d'eux est une lampe à arc à charbons horizontaux système S. H. L'appareil complet comporte quatre lampes, deux fonctionnant sous un courant de 200 ampères et 70 volts de tension, et deux sous un courant de 300 ampères. Ces deux jeux de lampes peuvent être mis en œuvre indifféremment par une manœuvre simple.

Ces deux projecteurs sont placés sur une table tournante et la position de chacun d'eux peut être réglée de manière à donner quatre apparences. On obtient ainsi un feu à deux éclats qui peuvent être équidistants lorsqu'ils sont placés à 180° l'un par rapport à l'autre, ou groupés à 90°, à 60° et à 120°. Ces quatre apparences peuvent encore être modifiées, en faisant varier la vitesse de rotation de la table tournante, pour laquelle on peut choisir les trois vitesses suivantes : 6, 8 ou 10 tours par minute.

Le feu peut donc, sans la moindre modification à aucun des éléments qui le constituent, procurer douze apparences nettement définies, correspondant aux variations d'aspect utilisées depuis de nombreuses années dans les phares maritimes.

Le miroir parabolique de chaque projecteur a une distance focale de 1 m. 15. Celle-ci a été calculée de façon à permettre l'émission d'un faisceau ayant une divergence de deux degrés environ.

Si le bord inférieur du faisceau est tangent au sol au départ du projecteur, il passera à 800 mètres au-dessus du sol à 100 kilomètres de distance et à 1,600 mètres environ à 150 kms. A cette distance de 150 kms, le bord supérieur du faisceau se trouve à 4.500 mètres d'altitude.

Pour permettre la visibilité du feu au voisinage du zénith, un miroir auxiliaire

Digitized by Google

est disposé à la base de la lanterne de telle façon qu'une partie des rayons lumineux émis par la source est renvoyée vers le haut.

La portée de 150 kms définie ci-dessus jusqu'à une altitude de 4,000 mètres correspond à un coefficient de transparence atmosphérique de 0.95, laquelle est atteinte ou déplacée en moyenne deux fois par an en Méditerranée, suivant les statistiques du service des Phares et balises.

Au point de vue constructif, la table tournante est montée sur pivots, avec roulements à billes reposant sur un solide soubassement.

Un moteur électrique placé dans le socle, permet la rotation du système. Les appareils de manœuvre sont disposés pour pouvoir réaliser à volonté l'une des trois vitesses conrrespondant à la caractéristique du feu choisie.

Le courant est amené à chacune des lampes par deux cercles de contact placés à l'intérieur du socle.

Les deux projecteurs sont eux-mêmes fixés sur la table tournante par l'intermédiaire d'un support circulaire à rails, permettant à chaque projecteur d'occuper l'une des positions qui servent à la différenciation des feux.

Toutes les manœuvres sont transmises aux commutateurs et aux rhéostats par l'intermédiaire de puissants relais. Le fonctionnement des arcs est assuré par des appareils automatiques, la mise au foyer de la source est également entièrement automatique.

Le poids de l'appareil complet est d'environ 12,000 kilos. L'alimentation de ce feu est assurée par une génératrice capable de fournir une puissance de 80 kilowatts environ.

Le phare installé au Mont Valérien est analogue à celui qui vient d'être décrit ci-dessus sauf en ce qui concerne les sources lumineuses. Les arcs ont en effet été remplacés par des lampes à incandescence de 20 kilowatts.

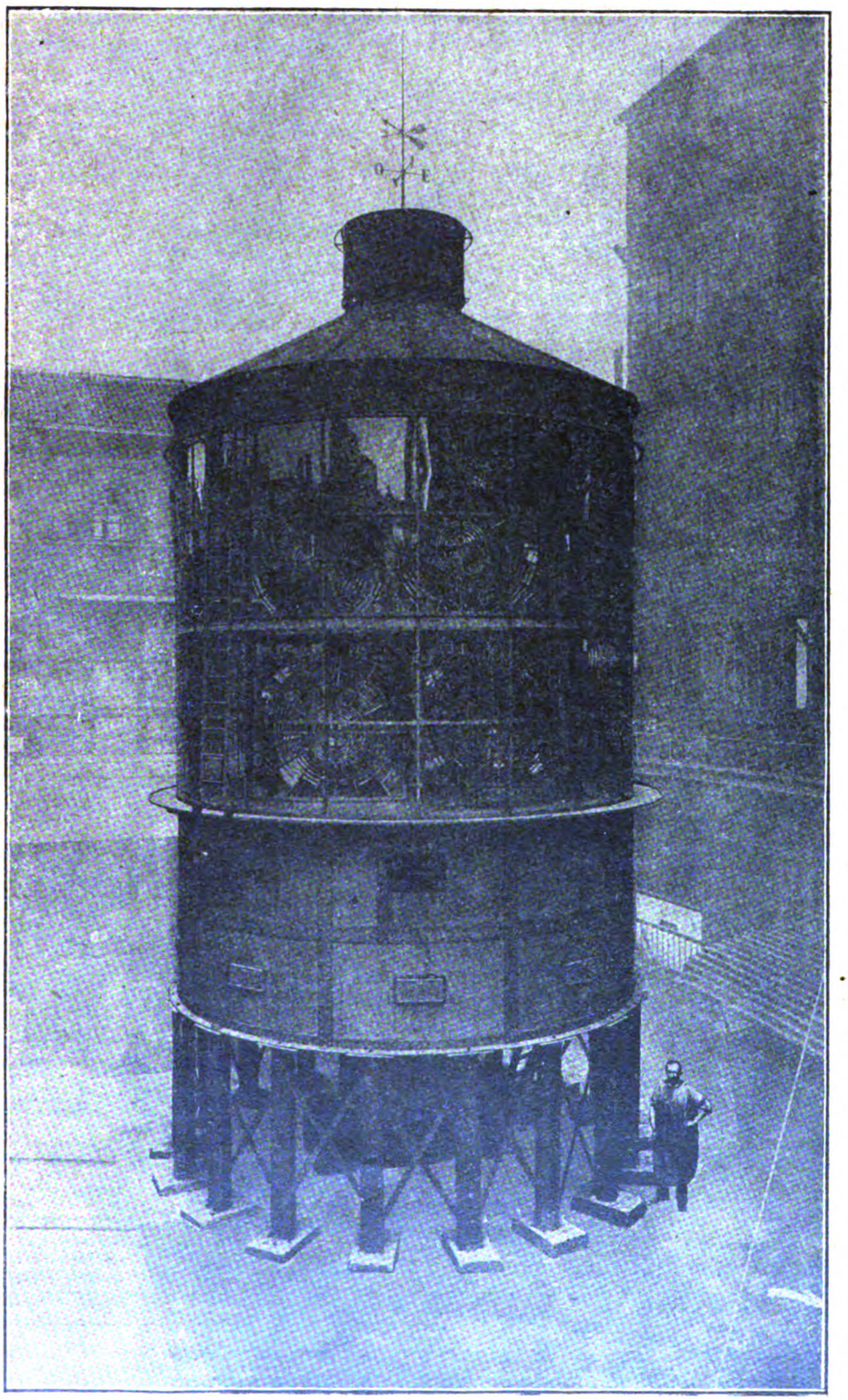
Phare à grande portée Barbier, Bénard et Turenne. — Ce phare est du type dioptrique à optique de verre.

La lanterne abritant l'optique est constituée par dix-huit montants verticaux reliés entre eux par des entretoises horizontales et supportant une coupole en tôle de forme conique, munie à sa partie supérieure d'un dispositif de ventilation. Entre les montants, dans la partie faisant face à l'appareil optique, sont disposées des glaces formant vitrage et reposant dans des feuillures à l'intérieur desquelles elles sont maintenues par des couvre-joints vissés et mastiqués. Au-dessous de la partie vitrée, se trouve disposé un soubassement formé de feuilles de tôle fixées sur montant et disposées de manière à former joint étanche.

Enfin sous le soubassement, une tablière en fonte, fixée au pied des montants est scellée sur le dessus d'un mur circulaire en maçonnerie, dans lequel est ménagée une porte donnant accès à l'intérieur.

Des ventouses avec registres sont établies dans le soubassement afin d'assurer la ventilation de la lanterne.

L'appareil optique se compose essentiellement de quatre optiques à anneaux



PHARE DU MONT AFFRIQUE

Digitized by Google

de verre du profil Fresnel de 0 m. 50 de distance focale; chaque optique est composée de deux panneaux soustendant 180° dans le plan horizontal et comporte sept éléments dioptriques et 10 éléments catadioptriques.

Deux plate-formes en fonte disposées l'une au-dessus de l'autre à un intervalle de 2 m. 10 environ et rendues solidaires par une colonne centrale également en fonte, supportent chacune deux optiques.

L'ensemble est susceptible d'un mouvement de rotation autour de la colonne.

Les axes des huit panneaux composant les quatre optiques sont parallèles entre eux. Quatre de ces panneaux à raison de deux sur chaque plate-forme ont leurs axes orientés dans la même direction, les axes des quatre autres panneaux sont orientés dans la direction opposée. On obtient ainsi deux faisceaux diamétralement opposés et composés chacun par l'association des faisceaux parallèles émanant de quatre panneaux.

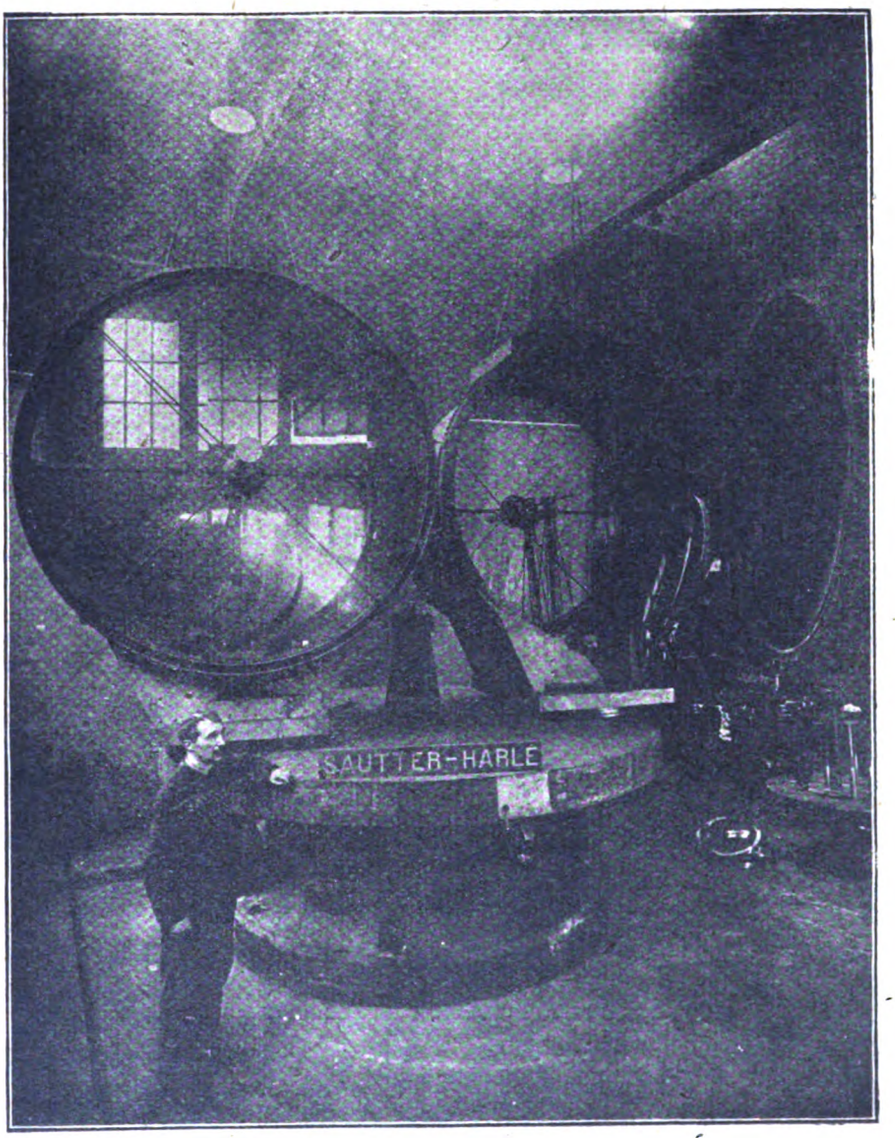
Pendant le mouvement uniforme de rotation de l'ensemble on a une succession d'éclats équidistants.

Pour permettre au phare d'être visible à de faibles distances, une fente dont la largeur a été judicieusement calculée a été ménagée dans la partie supérieure de chaque lentille. Cette fente va du milieu de la partie dioptrique jusqu'au dernier anneau catadioptrique supérieur. Elle laisse le passage d'un pinceau de lumière émanant directement de la source lumineuse placée au foyer et qui prolonge le faisceau principal dans le plan vertical jusqu'aux abords du zénith, naturellement avec une intensité moindre.

Grâce à cette disposition, les éclats sont visibles pendant la rotation à toute hauteur aux distances inférieures à 60 kilomètres.

Le moteur électrique de 4 CV. qui imprime à l'appareil son mouvement de rotation est fixé sous la plate-forme inférieure. Il engrène par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse avec une couronne dentée fixe adaptée à la colonne évidée dont la base repose sur le massif en maçonnerie. Dans ces conditions le moteur accompagne l'appareil pendant la rotation.

Des dispositions particulières sont prises pour que le chariot à billes, sur lequel repose le poids de toute la partie tour-



Digitized by Google

nante, puisse être visité et même retiré si, éventuellement il y avait lieu de remplacer les billes ou même les chemins de roulement.

La source lumineuse utilisée est l'arc à réglage automatique alimenté par un courant continu d'une intensité de 120 ampères sous 65 volts.

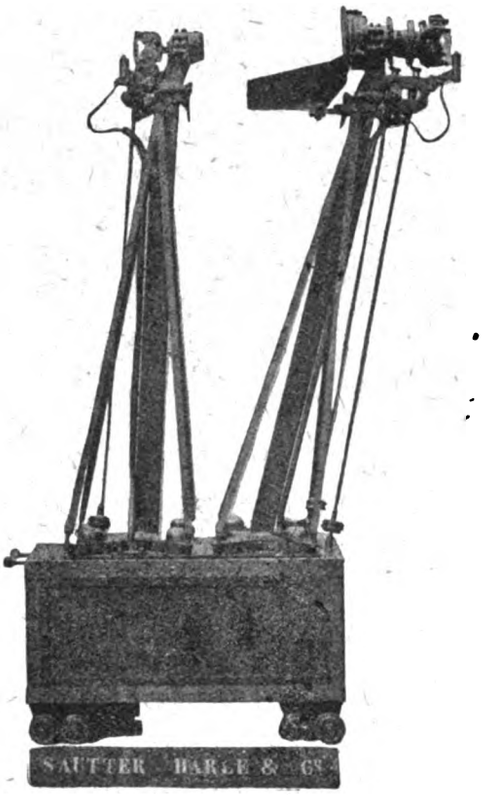
Chacune des quatre optiques est munie de deux lampes, le charbon positif de chacune d'elles faisant face à la demi-optique correspondante.

On peut évaluer la puissance d'un tel phare à environ 600 millions de bougies.

Le phare du Mont Affrique est du type analogue à celui décrit ci-dessus sauf en ce qui concerne les points suivants :

1° Les lampes à arc ont été remplacées par des lampes électriques à incandescence de 20 kilowatts;

2° Les optiques, au lieu d'être désaxées deux à deux sont constituées par des optiques complètes; par conséquent au



lieu d'avoir 8 lampes à arc, il n'y a plus que quatre lampes à incandescence de 40,000 bougies placées au foyer de chacune des optiques.

Cette nouvelle disposition assure au phare un fonctionnement plus régulier et simplifie l'entretien dans d'énormes proportions.

Malgré les quelques inconvénients signalés au début auxquels il faut encore ajouter un prix de revient élevé, les phares de grande puissance qui constituent de merveilleuses réalisations, peuvent, dans certains cas particuliers, rendre de très grands services.

D'ailleurs, il est bien difficile de prévoir dans quel sens évolueront les procédés de navigation aérienne, et il est bien possible que, dans un avenir assez rapproché, les voyages s'effectuent à très grande hauteur, c'est alors que les grands phares prendront leur revanche.

Gilbert Evême

Digitized by Google

Les routes aériennes impériales britanniques et la T. S. F.

par LÉON DE LA FORGE

PARMI les livres qui attirent l'attention dès qu'ils sortent de presse, je citerai un exemple tout récent, les *Imperial Air* M. A. (John Murray, éditeur, Londres). *Routes,* par le major A. E. W. Salt, Une atmosphère de tragédie enveloppe ce livre. La préface en a en effet été écrite par l'Air Vice-Marsal Sir Sefton Brancker, directeur de l'Aviation Civile Britannique, avant l'accident du dirigeable « R. 101 » près de Beauvais, naufrage au cours duquel il devait trouver la mort, le livre vient de paraître, et l'on peut dire de cette introduction qu'elle est une œuvre posthume.

J'ai lu ce livre, et j'ai pensé qu'il ne serait pas hors de propos d'y noter ce que l'auteur pense de la T. S. F., les exemples qu'il donne de son utilisation, l'utilité qu'il lui attribue.

Mais avant de citer, d'analyser, de discuter, je voudrais dire quelques mots sur l'aspect général de la question des Routes Aériennes Impériales.

∴

Au moment où j'écris, se tient à Londres une Conférence Impériale à laquelle prennent part tous les Premiers Ministres des Dominions et les représentants de l'Inde ; elle suit de quatre ans la précédente ; tout n'y marche pas pour le mieux, il y a bien des points de friction, mais si le côté politique de cet important meeting ne nous intéresse guère, du moins est-il facile de remarquer que le mot *British Empire* revient sans cesse et sur les lèvres des différents orateurs, et dans les titres des journaux. Cet Empire Britannique, dont les ressortissants sont si fiers, est souvent vanté par eux comme le plus bel édifice de sociologie humaine depuis l'empire romain.

Et de fait par bien des points il rappelle l'empire romain, la création de l'un comme l'autre est due à la conquête par les armes, par exemple, et la dernière guerre comme celles qui l'ont précédée a contribué pour sa part à l'extension de cet ensemble.

Mais, il en est d'autres.

Les Romains, qui ont occupé l'Angleterre pendant près de cinq siècles, y ont laissé des traces de leur passage, en dehors des forts et des camps de légion, il y a ces fameuses routes, dont certaines, les plus importantes, les plus vitales, sont encore suivies par le trafic d'aujourd'hui, le pneu de l'automobile les foule comme autrefois la roue du chariot, on les reconnaît à la ligne droite, qu'elles tracent « par monts et par vaux ». C'est que les Romains pensaient que la liaison des différentes parties de l'Empire devait être assurée avant tout ; de là ce magnifique réseau de routes qu'ils ont construites partout où ils ont dominé et qui forme un tout harmonieux sur la carte du monde ancien.

Les Anglais ont agi de même, mais au lieu de parcourir les continents, ils ont trouvé des chemins tout préparés à être sillonnés des proues de leurs navires, et ils ont enserré la planète d'un réseau de routes maritimes, la fortune de l'Angleterre a tenu à ce qu'au cours des derniers siècles, ils ont toujours su maintenir libres et sous leur surveillance ces grandes voies de communication. La route des Indes, qui part de Londres, par Gibraltar, Malte, Suez, Aden, gagne Bombay et Ceylan, bifurque à Colombo ; l'une des branches va par Singapour et Hong-Kong vers l'Extrême-Orient, tandis que la seconde se dirige vers l'Australie et la Nouvelle-Zélande, elle est l'axe de l'Empire Britannique ; la voie de mer vers le Cap est encore sous la surveillance des puissantes escadres britanniques ; mais elle est doublée d'une voie de terre, du Caire au Cap, qui est presque exclusivement entre les mains anglaises.

Le XXe siècle a vu s'épanouir l'aviation ; nous ne sommes qu'en 1930, mais déjà elle est entrée dans nos mœurs ; et sa caractéristique principale est d'être le moyen de transport le plus rapide qui soit.

Aussi était-il tout naturel que les Anglais s'inquiétassent des communications aériennes pour assurer une liaison plus rapide et plus étroite d'un empire, dont les différentes parties semblent vouloir de plus en plus vivre d'une vie autonome.

La catastrophe aérienne du « R.101 » a attiré l'attention du monde entier sur le grand dirigeable qui avait reçu la mission de se rendre de Londres aux Indes et d'en revenir au cours même de la Conférence Impériale, qui se tient aujourd'hui à Londres ; cette mission avait un sens politique bien évident, et c'est la raison qui rendait Lord Thomson si désireux de voir le dirigeable se mettre en route. Mais cette question est hors de notre étude d'aujourd'hui. Toutefois pour se rendre à destination, le navire aérien comptait beaucoup sur la T. S. F.

Ce que je cherche à établir, ce sont les relations de la télégraphie sans fil et de l'aéronautique dans l'organisation de ces Routes Impériales Aériennes.

Nous allons en suivre les différentes applications non pas seulement en nous plaçant à notre point de vue, mais en essayant de voir ce qu'en pensent ceux-là mêmes qui ont construit ou sont en train de construire ces grandes routes, les plus longues et les plus directes que l'on ait connues jusqu'ici.

∴

Par respect pour la mémoire de l'Air Vice Marshal Sir Sefton Brancker, directeur de l'Aviation civile au Ministère de l'Air britannique, je citerai ces lignes que j'emprunte à la préface qu'il écrivit pour le livre dont je parlais plus haut.

« La valeur des transports aériens pour l'Empire Britannique est maintenant presque universellement reconnue

Digitized by Google

Il y a 60 ans le voyage de Londres à Melbourne prenait de 60 à 100 jours ; aujourd'hui, par les voies ordinaires, il prend 30 jours. Par air nous projetons de le faire en 17 jours au début ; et en 180 heures quand les fruits de l'expérience et les projets financiers seront mûrs. Il y a cent ans, 17 jours nous auraient mis aussi loin qu'Aden, et 180 heures de pénible voyage nous auraient débarqué à Marseille.

. . . . . .

En tant que nation, nous avons été les premiers armateurs du monde — et aujourd'hui nous construisons environ 50 % du tonnage mondial et nous dirigeons 50 % des opérations maritimes du monde.

. . . . . .

Le transport par air deviendra de plus en plus commercial au fur et à mesure que les années passeront... Ainsi, si notre grande association de nations doit continuer à former bloc, il est absolument nécessaire que nous atteignions et que nous maintenions dans l'aviation commerciale la même position, à la fois au point de vue des constructions et au point de vue des opérations, que nous avons maintenue dans l'industrie maritime dans le passé... » (Op. cit.).

Le succès du premier courrier aérien est dû en grande partie à la T. S. F.

Nous voici donc bien renseignés sur les buts de l'aviation britannique et nous ne devons pas être étonnés si les différentes branches de l'aviation commerciale sont successivement mises en exploitation.

Elles semblent bien pouvoir se classer dans les catégories suivantes :

a) transport du courrier ;

b) transport des passagers ;

c) transport du fret précieux.

L'évolution des avions, qui sont devenus de plus en plus puissants, capables de portées en lourd de plus en plus grandes, a permis de prendre des poids de plus en plus lourds ; le plus léger de tous ces poids est évidemment la simple lettre, et tout avion, même à une place, peut s'en charger. En fait, ces trois branches d'aviation commerciale se sont développées parallèlement, mais pas au même degré.

Les idées d'avant-guerre ne furent guère mises à exécution en ce qui concerne l'aviation commerciale parce que des besoins plus pressants se faisaient sentir. Cependant dès 1917, les Anglais se proposèrent d'utiliser l'avion pour transporter le courrier de Grande-Bretagne à Saint-Omer, où se trouvait le G. Q. G. britannique. On ne donna pas de suite à cette proposition pendant les hostilités.

Peu après l'armistice, cependant, les Anglais inaugurent deux services de courrier par avion, le premier entre Marquise et Valenciennes, Namur et plus tard Cologne ; le service entre le G. Q. G. britannique, Hesdin et Spa, où se trouvait le quartier général de la Commission d'Armistice, les services ne furent pas très réguliers pour bien des raisons.

Un autre service de poste aérienne fonctionna au début de 1919 entre Hawkinge (près de Folkestone),et Maisoncelle (près de Boulogne), puis Cologne. Ce fut réellement le premier service de poste aérienne entre l'Angleterre et le Continent. Voici ce que dit à ce sujet le major A. E. W. Salt, dans son livre :

« La destination finale du courrier dans ce premier service de traversée de la Manche était Boulogne. Les sacs transportés par un train rapide de Londres étaient pris à la gare maritime de Folkestone à 7 h. 04 du matin et portés par camion à Hawkinge. Les avions quittaient Hawkinge à 9 heures 15 pour Maisoncelle (Marquise) et les sacs postaux arrivaient finalement à Cologne à environ 13 heures, six heures après avoir quitté Londres. L'étape entre Hawkinge et Maisoncelle (67 milles), était accomplie en 1 heure, mais elle était considérablement plus courte que celle de Maisoncelle à Cologne (229 milles) qui passait encore sur les hautes collines comprises entre Lille et la frontière allemande, et qui cependant était franchie en 2 heures et quart. La grande vitesse de cette section du vol était réalisée grâce à *l'établissement d'une chaîne de stations de T. S. F.* et de phares lumineux, et, sur les terrains d'atterrissage, par l'usage de bouées aériennes et de ballons, qui servaient de guides quant à la direction et à la vitesse du vent.

J'ai mis en italique les mots qui reflètent bien le rôle de la T. S. F. dans le fonctionnement du premier courrier aérien réel entre la Grande-Bretagne et le Continent. A cette époque, plus encore qu'aujourd'hui, en raison de l'état d'avancement moindre de l'aviation, il fallait que l'avion pût être guidé, et le mauvais temps, le brouillard, le manque de vue restaient les ennemis les plus redoutables ; les phares lumineux et les stations de T. S. F. le guidaient.

Ce que nous retiendrons de ceci c'est que les Anglais ont lié la T. S. F. à l'installation de la première aviation postale.

LE COURRIER DE BAGDAD.

Lorsque la guerre finie, les traités de paix organisèrent la Société des Nations et que les Etats vainqueurs reçurent les mandats coloniaux, la Grande-Bretagne porta la responsabilité d'organiser deux pays du Proche Orient: la Mésopotamie et la Palestine. Si l'histoire la plus ancienne constitue l'une de leurs plus réelles richesses, ces deux régions sortirent du régime turc fort mal équipé. Non seulement les chemins de fer étaient à l'état d'espoir, mais encore les simples routes étaient dans un état déplorable ou même n'existaient pas du tout.

Et puis, il y avait ce désert fameux qui séparait les deux pays confiés à la garde de la même puissance protectrice.

Or, la guerre avait eu pour effet de faire survoler la Mésopotamie et la Palestine aux avions alliés, qui s'étaient avancés dans le premier pays jusqu'à Ramadé et sur les rives supérieures de l'Euphrate, et jusqu'à Azrak dans le second.

Si l'on voulait donc assurer une liaison entre les deux Etats mandatés, le mieux était de recourir à l'aviation, et c'est ce qui fut fait. C'est l'honneur de M. Winston Churchill alors secrétaire d'Etat à l'Aviation d'avoir réuni et présidé une conférence entre personnes compétentes et intéressées, au Caire, en mars 1921, conférence qui décida la création et la mise en exploitation d'une route aérienne entre Ammam en Transjordanie et Ramadi en Tragi. Aussi on allongeait un peu le trajet au-dessus du désert, qui eût été moindre si les Anglais avaient consenti à passer par la Syrie, placée sous mandat français, ce qu'ils ne voulurent pas accepter pour des raisons stratégiques.

Une route aérienne du Caire à Bagdad reliait en fait l'Angleterre par air avec Bagdad. Mais on voit les difficultés ; comme les Anglais ne sont pas gens à raisonner sans fin, on passa à l'exécution.

Il fallait tout de même donner aux avions le moyen de se reconnaître dans le désert.

Voici un des procédés employés ; je cite encore mon auteur :

« De Ramadi à Amman, la route fut marquée par un convoi de remorques Curley, complété par une charrue attachée à un tracteur Fordson, tandis qu'une reconnaissance aérienne méticuleuse était exécutée. Le traçage à la charrue de la ligne au travers du désert et autour des rocs de basalt en saillie, fut organisé par le capitaine, chef de groupe, Peregrine Fellowes, qui faisait l'exploration en avant des charrues, et qui les guidait autour des obstacles. Dans ce sens les laboureurs Fordson et leurs tracteurs furent littéralement ravitaillés par air... » (Op. cit.).

Mais l'aide véritable fut la T. S. F. Des postes furent installés à terre, les avions furent munis de postes récepteurs et émetteurs ; le major H. E. W. Salt le dit clairement :

Digitized by Google

« Dans un système efficace de T.S.F., au moyen duquel les pilotes pouvaient se tenir en liaison les uns les autres, et avec le Quartier Général à chaque extrémité, le vol eût été impossible, Bagdad et le Caire à la fois tenaient une grande carte, sur laquelle les mouvements de chaque avion étaient très soigneusement portés. » (Op. cit.).

Dans cette traversée du désert, la T. S. F. devait jouer un autre rôle.

Dans ces déserts orientaux, à côté des phénomènes de mirage qui étonnèrent notre armée d'Egypte, se produisent de véritables tempêtes de sable, et tout au moins en temps ordinaire, le régime météorologique a son caractère spécial. Aussi les pilotes étaient-ils prévenus de l'état du temps par un bulletin météorologique édité en quatre points de la route, Bagdad, Ramadi, Liza et Héliopolis ; et ils « pouvaient obtenir des informations supplémentaires en cours de route par télégraphie sans fil. Ceci devint doublement important quand les vols furent exécutés de nuit... » (Op. cit.).

Dans ce cas encore l'aviation fut liée au premier service de poste aérienne.

Ajouterai-je, à titre purement documentaire et pour satisfaire la curiosité du lecteur, que bien que le service fut inauguré le 23 juin 1921, le premier courrier officiel ne partit de Londres que le 28 juillet, et le premier courrier commercial le 4 août ; il ne comprenait d'ailleurs qu'une seule lettre timbrée, « London to irag-by air,Cairo to Baghdad ». Le trafic ne devait pas tarder à augmenter rapidement.

LA ROUTE D'AUSTRALIE.

L'Australie est après la Nouvelle-Zélande le Dominion le plus éloigné de la métropole, et il a tenté les pilotes britanniques, quelle que fut leur nationalité dans l'Empire.

Mais si l'on examine bien la carte on voit qu'il n'est pas séparé de la Grande-Bretagne par de larges étendues de mer. Un avion terrestre peut arriver aux Indes sans avoir survolé la mer si ce n'est pendant de très courts instants; il peut ensuite gagner, toujours au-dessus des terres l'extrémité du continent asiatique à Singapour, et de là suivre sans arrêt l'archipel de la Sonde ; la seule étape vraiment maritime est la dernière, celle qui sépare l'ile de Timor de Port-Dariom, dont l'aérodrome est devenu célèbre, en raison des atterrissages de raids qui l'ont marqué.

En feuilletant le chapitre que le major A. E. W. Salt, consacre à cette route d'Angleterre en Australie, j'y trouve bien peu de citations relatives à la télégraphie sans fil.

Toutefois, lorsqu'il parle du raid d'Hinkler, qui, sur un avion de type léger se rendit de Londres en Australie, du 7 au 22 février 1928, établissant un record qui ne devait être battu que deux ans et demi plus tard, il exprima clairement son admiration dans la phrase suivante :

« Hinkler fut son propre mécanicien d'un bout à l'autre de la route, il pilota son appareil, il assura le service de navigateur, le tout sans le moindre incident, et il n'avait pas de T. S. F... »

Cette phrase montre également tout le prix que le major Salt attache à la T. S. F. comme moyen de navigation.

Le raid qui suivit celui de Hinkler fut exécuté en sens inverse. C'est un Australien, Kingsford-Smith, celui-là même qui avait déjà franchi le Pacifique des Etats-Unis à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande, et qui devait en 1930 franchir l'Atlantique de l'Est à l'Ouest, qui l'entreprit. Il quitta Sydney à bord du *Southern-Cross* le 25 juin 1929, franchit la côte australienne à Derby le 27 au matin et atteignit North Foreland sur la côte anglaise, 12 jours 3 quarts après.

«Le *Southern-Cross* possédait tous les avantages qui manquaient à Hinkler. Il avait trois machines lui donnant une puissance totale de 600 chevaux. L'équipage se composait d'un pilote, d'un second pilote, d'un opérateur de T. S. F. et d'un navigateur, et ceux-ci jouissaient du confort et de la protection d'une cabine fermée... »

Ainsi parmi les avantages qui peuvent représenter une supériorité importante, l'auteur met en bonne place la T. S. F.

LA TRAVERSÉE DES OCÉANS.

Le major Salt ne donne point de détails sur l'emploi de la T. S. F. sur la route des Indes, en dehors de ce qu'il a dit déjà sur la route du Caire à Bagdad. Mais il va nous conter maintenant le roman de la traversée des océans, et dans ce chapitre il aura occasion de montrer quel usage général a été fait de la T. S. F.

Suivons-le donc dans son exposé.

En 1919, les Anglais créèrent un Comité de transport de l'aviation civile, devant lequel déposa le commander Porte, qui

« ... suggéra pour les aéroplanes une série de stations de mer dans l'Océan Atlantique, — « longs navires, de 200 mètres, équipés d'appareils de T. S. F. et de signaux, et d'un pont plateforme de 130 mètres de long... »

La première traversée de l'Atlantique eut lieu de l'Ouest à l'Est ; deux Anglais, Arthur Whitten Brown et John Alcock, sur un biplan muni de deux moteurs de 250 chevaux chacun, quittèrent Saint-Jean de Terre-Neuve le 14 juin 1919 à 16 h. 13 m. et atterrirent à Clifden, dans le comté de Galeway, en Irlande, le 15 juin à 7 h. 40, ayant ainsi franchi 1887 milles.

« Nous atterrîmes dans la partie la plus molle de l'Irlande, mais réellement c'est une merveille que nous ayons pu l'atteindre, car notre T. S. F. avait été mise hors d'action. Moins d'une demi-heure après le départ, le bras de l'armature reliée à l'hélice de l'appareil de T. S. F. fut complètement cisaillé ». Ainsi s'exprimait Alcock dans le compte rendu de la traversée que le *Daily Mail* publiait le 15 juin 1919.

Mais ce qui rendit cette traversée encore plus pénible que la lutte contre la brume et la glace qui se formait sur l'appareil, ce fut cet isolement radiotélégraphique, car les aviateurs ne reçurent aucun signal.

Pour la traversée de l'Atlantique en sens inverse, à laquelle un ressortissant de l'Empire Britannique (1) ait pris part, à bord de l'avion allemand *Bremen*, en avril 1928, aucun appareil de T. S. F. n'avait été embarqué à bord ; et l'on sait la terrible aventure qui suivit son atterrissage à Greenly-Island dans le détroit de Belle-Isle.

La traversée du Pacifique fut accomplie comme nous l'avons vu par Kingsford Smith ; il le fit en trois étapes : San-Francisco- Honolulu- Brisbane. Le *Southern-Cross* que pilotait Smith.était muni de T. S. F., mais une avarie se produisit trois heures après avoir passé les îles Hawaï, au cours de la seconde étape.

Dans le jugement qu'il porte sur ce raid, le major Salt dit en particulier :

« Certaines leçons furent apprises par Kingsford Smith et ses camarades comme conséquence de ce raid.

a) une navigation habile et une habile exploitation de la T. S. F. sont absolument nécessaires dans un vol de grande distance afin de contrôler constamment avec précision l'estime et les relèvements à tout moment.

....

Le major Salt n'a pas narré la traversée nouvelle que Kingsford Smith a faite cette année même et je le regrette vivement, par intérêt pour le sujet qui nous occupe en ce moment ; parti d'Irlande, il a gagné Terre-Neuve, mais au moment où il se trouvait près de l'île, son compas s'affola et ce ne fut que par T. S. F. qu'au travers du brouillard qu'il fut conduit au champ d'atterrissage, où il se posa à la faveur d'une éclaircie.

Je compléterai ce que dit l'auteur des *Imperial Air Routes* en rappelant que les premières paroles de Kingsford Smith furent de reconnaissance envers la T. S. F., à cette occasion il n'hésita

(1) Le commander Fitzmaurice de l'Etat libre d'Irlande.

Digitized by Google

pas à déclarer que si son raid n'avait pas fini en catastrophe comme ceux de tant de ses prédécesseurs, c'était parce que son appareil était muni de T. S. F. tandis que ceux-ci étaient partis sans prendre cette précaution, et qu'ils s'étaient égarés dans les brumes et perdus.

LA T. S. F. ET LES DIRIGEABLES.

Le problème de la T. S. F. à bord des dirigeables ne se pose pas de la même façon qu'à bord des avions. Tandis que l'encombrement et le poids faisaient hésiter au début de l'aviation, ou maintenant encore lorsqu'il s'agit d'avions légers font hésiter, à prendre à bord un appareil de T. S. F., la même question ne se pose pas pour le dirigeable, et de fait, tous les dirigeables ont été munis d'appareils de T. S. F. depuis qu'ils ont été mis en exploitation soit pour des expéditions militaires comme les Zeppelins en temps de guerre, soit pour des raids ou de simples sorties comme celles des « R. 34 », « R. 100 » ou du tragique « R. 101. »

La T. S. F. à bord des dirigeables mériterait une étude spéciale à elle seule. Il n'est pas utile d'insister davantage cependant, après ce que nous venons de dire.

D'ailleurs, la fin dramatique du « R. 101 » remet à plus tard l'organisation d'un service régulier de dirigeables sur les Routes Impériales.

CONCLUSION.

Après avoir examiné sous toutes ses faces la question des *Imperial Air Routes,* le Major A. E. W. Salt tire quelques conclusions de toutes les considérations qu'il a été amené à faire au cours de sa description.

Il est ainsi amené à déterminer les conditions d'exploitation d'une ligne aérienne dans des conditions de sécurité convenable. Ce sont d'abord de bons appareils, puis une organisation adéquate, par la coopération de services qui fourniront :

1) les cartes et instruments ;
2) l'organisation de la T. S. F. ;
3) l'éclairage ;
4) les aérodromes.

Si intéressant que soit l'examen de ces diverses conditions, nous ne retiendrons que ce qui y est dit de la T. S. F.

« Si un aviateur, dit le major Salt, pouvait toujours voler parfaitement horizontalement et jouir d'une visibilité parfaite, il pourrait aisément résoudre ces problèmes de navigation, comme le soldat sur le sol, avec la carte et le compas. Malheureusement, ni l'ancien ni le moderne Dédale ne volent dans des conditions idéales. La navigation peut être interrompue non seulement par le vent, mais par le brouillard et les nuages, et il arrive un moment où tout aviateur demande sa direction et sa position à un organisme extérieur à lui-même, et a recours à la T. S. F.

Les parties essentielles d'une organisation de T. S. F. sont :

a) une station radiogoniométrique terrestre capable de recevoir les messages des avions et de leur retransmettre immédiatement leur position ou leurs relèvements sur une longueur d'onde non affectée par le Morse. Une telle station, qui est maintenant établie à la plupart des aérodromes, et qui est en opération à Croydon, Lympne et Pulham depuis plusieurs années peut non seulement donner aux aéronefs leur position et leurs relèvements, mais encore adresser des informations météorologiques à d'autres ports aériens et aux aéronefs en vol, et communiquer aux autres ports les arrivées et les départs.

b) un radiogoniomètre sur l'avion lui-même, travaillant avec toute station radiogoniométrique terrestre à portée d'appel. L'appareil est généralement un Marconi A. D. C., à portée radiotélégraphique et radiotéléphonique de 100 milles. Avec cet instrument le pilote d'un appareil de la flotte des *Imperial Airways,* ou de toute autre marque, quittant Croydon pour suivre une Route Aérienne Impériale, peut facilement causer avec tout aérodrome situé dans un rayon de 250 milles, et avec tout autre avion situé sur sa route, et peut obtenir sa position par mauvais temps en moins de deux minutes. En outre, sur la ligne Paris-Londres, Croydon connaît, le départ d'un avion du Bourget, cinq minutes après, le nombre de passagers et la quantité de fret, courrier et bagage, à bord ; il peut à tout moment du vol, grâce à la connaissance qu'il a de la vitesse de route de l'avion, de la vitesse du vent, des rapports reçus de l'avion aux différents stades de la traversée, calculer assez exactement sa position ; et il porte l'avion sur une large carte en liège (de six pieds carrés environ) représentant le Sud-Est de l'Angleterre et le Continent ; il marque cette position d'un petit drapeau sur lequel sont inscrites les lettres d'immatriculation. Si un avion est en mauvaise situation, ce qui est très peu vraisemblable avec plusieurs moteurs, il peut utiliser le mot MAYDAY (français « m'aidez ») comme signal S.O.S., et là-dessus, Croydon, en liaison avec toutes les autres stations de T. S. F., concentre sur lui son aide en prenant des relèvements de lui et en radiodiffusant sa situation à tous les navires en Manche, dans les trois minutes qui suivent son appel. La procédure pour entrer en relations, si les conditions sont plus ou moins normales, est la suivante :

Pilote. Allo, Croydon ! L. O. vous appelle (L. O. est une abréviation pour G-EBLO, lettres d'immatriculation de l'avion). Veuillez me donner les bulletins météorologiques pour Lympne et Saint-Inglevert.

Croydon. Une minute, s'il vous plaît. Allo. L. O., Croydon appelle. Lympne, visibilité moindre que 50 mètres ; nuages à la surface, à 10 heures le 10. Pas de vent à 12 heures. Saint-Inglevert. Visibilité 1000 mètres ; nuages à 225 pieds, à 10 heures le 10. Pluie continue. Vent S.S.W. 6.

Pilote. Allo Croydon ! L. O. répond. J'ai votre bulletin météorologique. Tout est O. K. (1) Merci.

L'avion monte à 2.500 pieds pour éviter la brume de surface et trouve un ciel brillant avec une visibilité qui va parfois jusqu'à 30 ou 40 milles, mais ne sait pas quel compte il doit tenir du vent ; aussi il appelle à nouveau :

Pilot. Allo, Croydon. L. O. appelle. Ma position.

Croydon. Allo, L. O., Croydon répond. Veuillez mettre en marche votre générateur pendant une demi-minute.

L'avion forme son circuit d'émission. Croydon alerte Penshurst et Lympne, et tous prennent des relèvements, 30 secondes se passent.

Pilote. Allo, Croydon. L. O. appelle. mettre).

Croydon. Allo, Penshurst. Croydon appelle. Votre relèvement, je vous prie

Penshurst. Allo, Croydon. Penshurst parle. Mon relèvement (celui que j'ai pris de L. O.) est 190°, seconde classe. Le mien est 111°, première classe.

La même procédure est répétée en ce qui concerne Lympne, qui signale un relèvement à 293°, première classe, et 30 secondes se passent.

Croydon. Allo L. O. Croydon appelle A 12 heures 29 votre position est 3 milles et demi au sud d'Ashford, seconde classe. Merci.

Pilote. Allo, Croydon. L. O. parle. Je comprends que ma position est 3 milles et demi au sud d'Ashford, seconde classe. Merci.

Cinq ou six minutes se passent, et le pilote change de route, met le cap sur Gris-Nez et traverse la Manche. Quand la Manche est traversée, il a besoin à nouveau de sa position et appelle une station française.

Pilote. Allo. Abbeville. Imperial Air-Kays L. O. vous appelle. Voulez-vous me donner le temps d'Abbeville, Poix et Beauvais, s'il vous plaît.

Abbeville, qui a répondu à son appel, est ensuite passé par temps clair. A Poix, toutefois, la visibilité n'est que « 4 », et les nuages atteignent une hau-

(1) Expression anglaise, très répandue aujourd'hui, et qui veut dire: tout va bien.

Digitized by Google

teur de plus de 1.000 pieds. En conséquence, le pilote règle son moteur pour cette occasion et entre dans les nuages. Ensuite, l'avion descend jusqu'à reconnaître un amer, et appelle le Bourget. Dès qu'il a une réponse du Bourget, il rentre son antenne, et 10 minutes après il ralentit ses moteurs, fait un tour au-dessus de l'aérodrome, atterrit et roule vers l'emplacement de débarquement.

Tout avion quittant Croydon signale aussi à sa base son passage de certains amers, Biggins Hill, Lympne, Paris-Plage, etc. et sa position en portée sur la carte de liège pendant que chaque aérodrome signale ses conditions météorologiques à des heures fixées, de sorte que l'observateur météorologique puisse en faire une carte météorologique.

L'appareil T. S. F. des *Imperial Airways* a 4 lampes pour la réception et trois pour l'émission ; il est commandé par 4 leviers, et est connecté à la fois avec le poste de pilotage et avec la cabine des passagers. Un microphone est attaché au cou du pilote, et il y a en outre une paire d'écouteurs soit mis directement au tableau, soit reliés à ce tableau par une certaine longueur de fil souple. Il existe également un circuit spécial tel que le pilote puisse entendre ses propres messages. Le courant est obtenu par un générateur mû par une petite hélice qui lui est adaptée et monté sur une partie dégagée de l'avion, généralement quelque part derrière l'hélice de l'avion, de sorte que la dynamo tire sa puissance du courant d'air créé par la machine en vol. La terre est constituée par un contrepoids, auquel est reliée toute pièce métallique de l'avion. La longueur d'onde des avions des *Imperial Airways* est 900 mètres environ.

Toutes ces précautions réduisent au minimum les risques d'un atterrissage forcé, bien qu'un pilote puisse ne rien voir d'autres qu'un plancher de nuages du commencement du voyage à la fin.

Pour le cas de brouillard, on avait d'abord projeté de munir chaque pilote d'un radiogoniomètre, au moyen duquel il aurait pu prendre ses relèvements, d'une émission terrestre. Bien que cet appareil eût offert l'avantage de la discrétion, il eût été un poids supplémentaire, et n'aurait pu être utilisé sans une considérable difficulté ; aussi la charge de situer la position d'un avion dans l'air en cas de besoin a été maintenant laissée à la station terrestre. » (Op. cit.)

∴

Bien que le livre du major A. E. W. Salt soit tout récent, l'aviation a progressé depuis, et de nouveaux raids ont été exécutés. Le plus beau d'entre eux la liaison de l'est à l'ouest de Paris à New-York, réalisée par Costes et Bellonte à bord de leur « Point d'Interrogation », n'a fait que confirmer l'importance de la T. S. F. pour la navigation aérienne. C'est le véritable moyen de navigation ; les avions augmentant de tonnage peuvent désormais estimer que le léger poids supplémentaire représenté par les appareils eux-mêmes, vaut bien les quelques litres d'essence qu'ils remplacent. Mais il était peut-être utile de montrer que lorsque l'Empire Britannique a entrepris de créer son réseau de routes aériennes impériales, la T. S. F. a été liée à nombre d'expériences des pionniers.

Léon de la Forge

Digitized by Google

MARINE

Le Cargo « Marie »

par DE KORSOUN

Le cargo *Marie* était un très vieux bateau français qui faisait le cabotage dans les mers de Chine. Quoique construit en 1920 et en service depuis cette époque, il était encore, en plus de ses fonctions commerciales, un excellent auxiliaire de propagande et de défense pour les Colonies françaises et étrangères installées dans les différents centres entre lesquels il assurait la liaison.

Bien qu'armé seulement de 4 canons de 37 $^{m}/_{m}$, il était susceptible, comme on le verra par la suite de ce récit, de faire de bonne besogne dans ces pays infestés de pirates.

Lequillec, son capitaine, vieux loup de mer breton, parti un beau jour de Douarnenez, n'était jamais revenu dans son pays natal. Il aimait cette vie aventureuse, pleine d'imprévus mais non sans dangers. Son âme de corsaire n'était jamais aussi heureuse que lorsqu'il devait faire le coup de feu pour échapper aux pirates et ceux-ci étaient maintenant si nombreux, que chaque fois qu'un navire apparaissait à l'horizon, l'équipage, automatiquement, rejoignait son poste de combat; grâce à quoi Lequillec avait eu le plaisir, à plusieurs reprises d'expédier au fond de l'eau plusieurs bateaux d'apparence inoffensive, mais qui auraient été enchantés d'aborder le *Marie* pour s'approprier sa cargaison.

Faisant escale non loin de Canton, le *Marie* chargeait des ballots de riz et de thé. Lequillec était descendu à terre en civil, comme il le faisait toujours pour passer inaperçu et se promenait sur le quai, surveillant le travail du coin de l'œil. Les dockers chinois, qui étaient des gars solides, allaient et venaient, les sacs sur le dos. Par habitude, il les compta; au début de la journée, quand ils s'étaient présentés, ils étaient douze. A sa grande surprise, il constata qu'ils n'étaient plus que 10 et le chargement tirait à sa fin.

Lequillec dissimulé derrière quelques tonneaux, regardait : il lui avait semblé que le nombre de sacs était plus grand qu'il n'aurait fallu. Il fit une moue et fronça les sourcils. Le dernier sac était chargé et les dockers un à un montés sur le *Marie* étaient redescendus à terre après que le chef d'équipe eût été payé par le second du bord. Ils s'éloignaient, impassibles et silencieux; Lequillec, se trouvant sur leur passage, s'était mêlé à eux, comme par hasard, mais n'avait rien entendu de suspect; tout au plus avait-il surpris un regard rapide échangé par deux d'entre eux sous des paupières à demi closes.

Lequillec remonta à bord, et rencontrant son second, lui dit :

— N'as-tu rien remarqué, Lehic?

— J'ai trouvé que les sacs de riz étaient bien nombreux, capitaine, mais j'ai préféré attendre votre retour pour en parler.

— Tu as bien fait; j'ai surveillé le chargement de près, et je me suis fait la même réflexion que toi, mais il y a autre chose qui t'étonnera : c'est que les lascars qui étaient douze pour débuter, comme tu le sais, n'étaient plus que dix seulement pour terminer. Je parierais que les deux autres se sont camouflés derrière les sacs et qu'ils espèrent nous jouer un sale tour, qu'en penses-tu?

— Si vous avez remarqué çà, je pense la même chose que vous, capitaine, et je crois même qu'il ne faut pas attendre plus longtemps pour visiter la cale.

— D'accord, Lehic.

Ils partirent aussitôt, et, ayant fait signe à quatre hommes d'équipage de les suivre, descendirent dans la cale et visitèrent les différents compartiments un à un. Il n'y avait personne! Ils recommencèrent l'opération, sans oublier les moindres coins : même insuccès! Le capitaine commençait à désespérer. Avait-il eu, oui ou non, la berlue? Il ne s'agissait pas de prendre la chose à la légère, il y allait de leur existence!

Comprenant la gravité de la situation, tous se taisaient.

Soucieux, il s'assit sur un des sacs de riz qui se trouvait près de lui. Mais il était à peine assis que, tournant la tête dans la direction de Lehic, il se releva. Faisant signe de ne pas parler, il saisit son revolver. Ce sac paraissait lui inspirer quelque inquiétude.

L'ouverture en était bien serrée comme celle d'un sac quelconque, mais n'était maintenue par aucune ficelle plombée! Il hocha la tête et sourit. Il venait de comprendre la raison de leurs recherches infructueuses; examinant les autres sacs un à un, il en découvrit un autre d'aspect identique.

Toujours silencieux, il ordonna aux hommes de prendre les deux sacs et de les transporter dans sa cabine. Lequillec ne s'était pas trompé; les sacs furent bourrés de coups de pieds et de poings et voyant qu'ils étaient pris, les Chinois montrèrent leur tête grimaçante et sinistre. C'était bien les dockers qui avaient disparu lors du chargement. Ils furent solidement garrottés.

Le *Marie* devant appareiller le soir même, Lequillec remit leur interrogatoire à plus tard, lorsqu'ils seraient en pleine mer.

Il y avait maintenant plusieurs heures déjà, que le *Marie* ayant franchi l'estuaire

Digitized by Google

du Si-Kiang, voguait vers le large. En présence du second et des quatre hommes, l'interrogatoire commença. Les Chinois se cantonnaient dans un mutisme farouche. Le capitaine fut patient, répétant les mêmes questions sans jamais obtenir de réponse. La persuasion, la promesse de la vie sauve, les menaces, rien n'y fit. Rouge de colère, voyant que ses efforts étaient vains, il brûla la cervelle de celui des deux qui lui parut le plus intraitable. Cette terrible justice porta immédiatement ses fruits. Tremblant de tous ses membres, le deuxième Chinois avoua alors sans se faire prier.

«Trente hommes armés étaient cachés dans des sacs; ils devaient essayer de se rendre maîtres du navire en pleine mer. C'était aux deux dockers embarqués clandestinement, qu'était échu le privilège de les libérer en coupant les liens qui les enfermaient. Ces sacs étaient marqués d'un signe blanc. Leur transfert sur le pont se fit en un clin d'œil; ceux-ci ayant tous été placés à proximité les uns des autres. L'un d'eux, ouvert, permit de vérifier la véracité des dires du Chinois. Quelques instants après, ils furent tous précipités à la mer.

Apercevant le sillage de quelques requins, Li, le Chinois, toujours garrotté, de peur de subir le même sort, parlait maintenant sans contrainte, et avec volubilité. Il désigna quelques-uns des nombreux repaires de pirates qu'il connaissait. L'équipage devait être massacré. Le *Marie* devait alors mettre le cap sur le repaire le plus proche du port où il devait se rendre. Il était d'ailleurs attendu, tant les pirates étaient convaincus de leur victoire.

Lequillec notait soigneusement tous ces renseignements.

Il s'agissait maintenant de se tenir sur ses gardes. Pour faire croire que l'équipage avait succombé, Lequillec fit hisser le drapeau noir. Il n'y avait plus qu'à patienter un peu. Quelques jours après, ayant fait le point, Lequillec informa son second qu'ils approchaient, lui recommandant de prendre ses dispositions de combat.

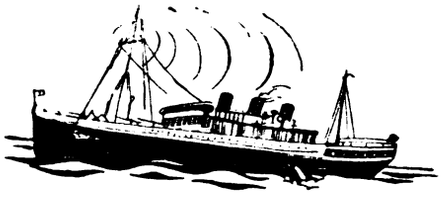
Li, se tenait aux côtés du capitaine. Il fut décidé de s'arrêter et d'attendre la nuit avant de pousser plus avant. Celle-ci vint, très sombre : tous feux éteints, sans bruit le *Marie* avançait lentement. Lequillec fit fonctionner les ondes ultra-sonores horizontales et verticales; chacun des trains d'ondes lancés par l'appareil émetteur, lui donnait la distance qui le séparait de la côte ainsi que la profondeur de la mer.

Quand il jugea qu'il s'était assez rapproché, il s'arrêta. Tout l'équipage était à son poste de combat. Les canons de 37 m/m et le canon de 75 m/m qu'il avait fait installer peu de temps auparavant furent démasqués, les projecteurs préparés : les marins scrutant l'obscurité attendaient, haletants.

Et tout à coup, ce fut le drame effroyable! Les pirates s'étaient mis à l'eau dans leurs canots et s'avançaient en poussant des vivats! Ils étaient là plusieurs centaines, gesticulant et hurlant de joie. Mais brusquement, les projecteurs les inondèrent de lumière et la canonnade retentit; ce fut un véritable massacre et d'une rapidité foudroyante!

En quelques instants, tous furent balayés par les obus, broyés, déchiquetés. Aux cris de triomphe, avaient succédé les hurlements de douleur des blessés et les appels de ceux qui allaient se noyer. Et puis, ce fut le grand silence. Impassible sur sa passerelle, Lequillec donna l'ordre de poursuivre la route, sûr d'être tranquille quelque temps dans cette partie de son itinéraire habituel.

DE KORSOUN.



Digitized by Google

CHEZ LES CONSTRUCTEURS

LAMPES FROIDES

Lampes photo-électriques sans filament

par Manfred von ARDENNE

Traduction d'un article paru dans le Numéro du 3 Septembre 1930 du *Wireless World*

Sous la plume de Manfred Von Ardenne, un article a paru dont la traduction nous paraît digne d'intérêt.

Des horizons nouveaux sont ouverts par cette étude pour le remplacement des filaments des lampes triodes.

De quoi demain sera-t-il fait?...

(N. D. L. R.).

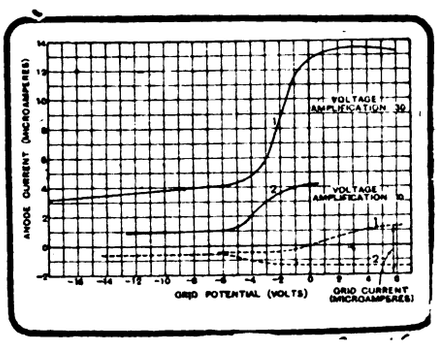
Une certaine intensité lumineuse, agissant sur la cathode d'une cellule photo-électrique, peut elle être substituée au filament de chauffage ?

L'auteur répond par l'affirmative dans l'article ci-dessous.

Bien qu'une intensité lumineuse considérable soit encore nécessaire, à l'heure actuelle, pour produire un courant d'anode de valeur suffisante, les résultats pratiques obtenus sont intéressants et marquent un nouveau pas dans les progrès de la radiotechnique.

DEPUIS longtemps des recherches ont été entreprises pour substituer au filament de chauffage une cathode «froide» quelconque. A l'origine, le but de ces travaux était uniquement de réaliser une économie dans l'emploi de l'énergie fournie par les accumulateurs. Actuellement, l'emploi, qui se généralise de plus en plus, des postes à alimentation directe par le secteur a modifié totalement le but final de l'utilisation des lampes « froides ». Chacun sait qu'il est très difficile d'obtenir une réception absolument exempte de bruits parasites lorsque le filament est chauffé par le secteur, particulièrement lorsque celui-ci fournit du courant alternatif. Ces parasites sont trop familiers aux usagers de la radio pour qu'il soit nécessaire de les décrire ici. La cathode froide est donc un réel progrès dans cet ordre d'idées ; en outre, elle permet de réaliser des séries de circuits récepteurs où les différentes lampes doivent avoir des tensions grille différentes.

Les recherches ayant pour but la réalisation de lampes sans filament de chauffage ont commencé en 1920, peut-être même avant. Pendant longtemps, les expériences, presque toutes basées sur l'emploi de cellules photo-électriques, restèrent improductives : le courant d'électrons obtenu étant par trop infiniment moins grand que le courant d'anode obtenu dans les lampes ordinairement employées. Ce ne fut qu'à partir de 1925, lorsque la combinaison de lampes à cathodes photo-électriques couplées avec des résistances de plusieurs mégohms permit d'utiliser, d'après les suggestions de l'auteur de cet article, le faible courant photo-électrique pour les étages d'amplification d'un amplificateur basse fréquence. Les recherches ont été poursuivies depuis et ce sont les résultats pratiques obtenus qui font l'objet de cet article.



COURBES CARACTÉRISTIQUES D'UNE LAMPE FROIDE

La courbe N° 1 correspond à l'éclairage de la cathode par les rayons solaires. — La courbe N° 2 correspond à l'éclairage par une lampe électrique de 50 bougies. — Les courbes pointillées indiquent les variations respectives du courant grille.

Dans ces sortes de lampes, ainsi qu'on est en droit de l'attendre, la valeur photo-électrique de la cathode est primordiale. La méthode de préparation de la cathode est celle utilisée pour la préparation des cellules photo-électriques ordinaires. Les lampes employées pour les expériences avaient une cathode en potassium de plusieurs centimètres carrés de surface sensibilisée comme d'habitude par l'hydrogène, cette sensibilisation pouvant être rendue permanente en remplissant la lampe avec un gaz inerte. La présence du gaz permet le passage des ions et pour des potentiels d'anode élevés il peut se produire une décharge lumineuse entre les électrodes. Cette décharge peut être radicalement évitée, ce qui est nécessaire si l'on veut ne pas avoir de bruits parasites et ne pas faire une grande consommation de lampes, en choisissant convenablement la pression du gaz et les voltages d'anode. Le courant ionique rendu possible par la présence du gaz ne nuit pas d'une manière appréciable à l'emploi de la lampe comme amplificatrice, bien que ceci nécessite l'emploi de shunts de grille de voltage différents.

Digitized by Google

L'amplification qui peut être obtenue avec ces lampes

Le graphique représenté sur la figure N° 1 indique l'amplification obtenue avec une résistance de 10 mégohms.

La forme de la courbe dépend naturellement de la valeur de l'émission cathodique, c'est-à-dire de l'intensité d'éclairement de la cathode. La courbe I est le résultat d'une expérience faite avec éclairage de la cathode par des rayons solaires. L'amplification du voltage est de 30, le facteur d'amplification de la lampe est d'environ 40 et sa résistance de 2 mégohms environ. Malheureusement je ne crois pas que beaucoup de personnes seraient satisfaites d'un appareil ne fonctionnant que les jours où le soleil daigne se montrer. Il a donc fallu voir si la lumière du jour donnait une amplification suffisante ou bien s'il fallait y suppléer par l'emploi d'une source lumineuse auxiliaire. Etant donné les variations constantes de l'intensité lumineuse du jour suivant l'éclairage des pièces, il faut dans tous les cas, pour avoir un fonctionnement assuré, utiliser une source lumineuse auxiliaire. La courbe II représente la caractéristique d'une lampe froide éclairée par une lampe de 50 bougies, la valeur de l'amplification obtenue est encore égale à 10. Avec d'autres lampes établies sur des bases différentes on a obtenu des valeurs d'amplification de 16 et de 17. La courbe pointillée représentative du courant grille au cours de l'expérience qui a donné naissance à la courbe II montre que l'influence du courant grille sur la valeur de l'amplification est négligeable.

Ces résultats montrent clairement qu'il est parfaitement raisonnable d'envisager d'une manière pratique l'emploi des lampes « froides » dans un amplificateur basse fréquence.

Le courant alternatif employé comme source lumineuse auxiliaire

Ainsi qu'il a été dit plus haut, il est indispensable, pour un fonctionnement régulier que l'intensité lumineuse soit indépendante des conditions normales d'éclairement de l'appareil. L'expérience a montré que l'intensité lumineuse radiée également dans toutes les directions est minima avec des lampes de 30 à 50 bougies. Dans ce cas la cathode photo-électrique doit être aussi proche que possible de la source lumineuse. Lorsque la lampe d'éclairage est alimentée avec du courant continu, la température d'inertie est suffisante pour éliminer les incidents dus aux variations du voltage nominal du secteur, il n'en est pas de même avec le courant alternatif. Au cours des expériences on a constaté des variations d'intensité lumineuse atteignant 5 %. De telles fluctuations sont très nuisibles surtout dans le premier étage d'amplification. Il faut donc choisir un modèle spécial de lampe et prendre une lampe à température d'inertie élevée, une du modèle de celles employées dans les phares d'automobiles par exemple et qui n'ont plus donné que des variations acceptables d'intensité lumineuse, de l'ordre de 5 pour 1000.

Des expériences intéressantes ont été faites en se servant d'une décharge lumineuse produite tout près de la cathode, soit à l'intérieur de la lampe même, soit dans une lampe toute proche, l'éclairement obtenu est alors comparable à celui produit par une lampe électrique ordinaire.

Bien qu'à l'heure actuelle, il ne puisse être question de produire des lampes froides, telles que celles qui sont décrites ci-dessus, d'une façon industrielle et commerciale ; on peut envisager en utilisant des cathodes photoélectriques plus puissantes (par exemple à base de caesium) et en étudiant les méthodes convenables de production, le moment où les lampes froides prendront tout le développement qu'on peut en attendre.

Traduit et adapté de l'anglais

par

S. Philips

ING. E.G.C.I., 5 ans pratique T.S.F.-Cinéma, ex-ing. laborat. Standard, rech. sit. tech. ou tech.-com. Ecrire Journal GC.

Digitized by Google

VALVE IGNIX

Fabrication - Théorie et Fonctionnement

Par Louis LA PORTE

UNE des plus récentes valves sorties, la valve Ignix n° 10 redresse les deux alternances du courant. Son ampoule est remplie d'argu à la pression de 15 à 20 millimètres de mercure.

Son filament est chauffé par un courant de 1,75 volt avec 3 ampères, tension anodique 16 volts. Telles sont les principales caractéristiques de cette lampe. Voyons-en maintenant la théorie.

La valve se compose d'un filament et de deux anodes. Le filament sert de source d'électrons pour les deux électrodes positives. Le gaz inclus dans l'ampoule est de l'argon, élément inactif et devant être ionisé. Son rôle est des plus importants et donne lieu à des phénomènes moléculaires très complexes.

Avant de nous engager dans la description de ces phénomènes, décrivons en deux mots la marche générale de l'appareil.

Le filament parcouru par un courant donne un flux d'électrons. Cette émission de corpuscules animés d'une grande vitesse permet l'ionisation du milieu ambiant gazeux et la formation d'un courant dans l'espace filament-plaque. Le filament est donc l'élément d'amorçage de l'ionisation, sa fabrication fut le résultat de nombreuses expériences. Sa composition moléculaire, étant donné sa complexité, n'a pu être exécutée chimiquement de prime abord.C'est seulement vers 1903 que que Wehnhelt réussit après de difficultueuses recherches à imprégner de thorium un filament de tungstène. L'émission produite à chaud par cette combinaison était dix mille fois plus forte qu'avec un fil de tungstène pur. La température de ce dernier était de 700 degrés, température relativement basse.

L'industrie s'empara de cette découverte et fabriqua des filaments de tungstène enduits d'une couche de thorine ThO^2. Un premier chauffage du filament permettait le nettoyage du vide de la lampe. Un second libérait le tungstène du carbone qui l'encrassait, par dégagement de CO^2

Pendant cette seconde opération, il se formait une pellicule monomoléculaire de thorine juste à la surface du filament.

Un filament construit dans ces conditions a l'inconvénient d'être extrêmement sensible aux surtensions. La couche de thorine se volatilise et le tungstène restant seul pour émettre des électrons, le phénomène d'ionisation se ralentit.

La découverte des alcalino-terreux ajouta au domaine de la chimie les oxydes métalliques tels que l'oxyde de baryum, de calcium, de strontium, de thorium, de zinc, de magnésium, de cadmium.

Ces oxydes furent rangés après expériences en deux catégories. Cette division fut établie d'après les propriétés d'émission électronique de ces divers corps.

L'on groupa, d'une part, comme étant plus actifs que les autres les oxydes de calcium, baryum, strontium. L'oxyde de thorium faisant partie du second groupe est donc moins émissif que ceux désignés ci-dessus.

On a observé expérimentalement que si un filament de thorium donnant un courant de saturation de 40 milliampères était remplacé par un autre enduit d'oxyde de baryum, le courant montait à 100 milliampères.

Les formules de Maxwell, de Langmuir et de Richardson :

$$\log. ei = -\frac{Ne'V}{RT} + \log. ei_0$$

$$i = KV^{\frac{3}{2}} \quad i = a\sqrt{Te^{-\frac{b}{T}}}$$

comprennent toutes une constante dépendant du gaz mis dans l'ampoule ou du métal employé pour le filament.

La formule de Richardson qui nous intéresse plus particulièrement puisqu'elle a trait au courant de saturation que l'on tend toujours à approcher dans les valves, voit son coefficient b passer de 52.500 à 36.000 quand on remplace le tungstène pur par du tungstène avec oxyde de baryum.

D'après Richardson sa température rendrait le courant de saturation de plus en plus important, mais on ne peut élever indéfiniment T car l'oxyde métallique qui recouvre le tungstène se volatilise et l'effet émissif tombe très rapidement.

La fabrication du filament de la valve n° 10, dont le métal portant est du tungstène enroulé en spirale, comprend diverses phases.

La purification du métal a lieu dans de l'hydrogène. On fait passer un courant dans le filament qui est porté au rouge. A cette température, la plupart des impuretés du métal sont brûlées par l'hydrogène. Cette opération simple en elle-même peut devenir dangereuse si l'on ne prend pas certaines précautions. L'hydrogène, plus léger que l'air, est reçu dans une cloche de verre, on y introduit le filament qui se trouve alors dans un milieu dépourvu d'air. Le courant lancé dans le filament ne doit pas être trop fort sinon le tungstène fondrait et tomberait par terre. Cette goutte de métal en fusion en arrivant à la limite de l'air et de l'hydrogène allumerait le mélange détonant. Le déplacement occasionné mélangerait de l'air à l'hydrogène dans la cloche : il en résulterait une violente explosion

Après l'épuration du métal, on enduit le filament d'un composé chimique dérivé du baryum. On chauffe le filament, les impuretés se dégagent sous forme de gaz laissant une couche d'oxyde de baryum. Cette couche émissive est sensible à une forte élévation de température. elle se volatilise rapidement en laissant le tungstène à nu et la lampe devient alors presque morte. La couche de mélange chimique liquide dont on enduit le fil dépose comme un simple vernis.

Digitized by Google

Le filament terminé, la fabrication de la lampe proprement dite va commencer. Elle se décompose en trois parties dont le pompage de la lampe et son remplissage d'argon pur. Ces deux premières opérations se font électriquement. Sur le tube de verre qui relie la lampe à vider à la pompe se trouve un éclateur relié à une bobine de Rhumkorff. Aux bornes du secondaire, en plus des deux boules de l'éclateur, sont fixées deux électrodes faisant saillie à l'intérieur du tube de la pompe.

Lorsque le pompage commence une légère effluve prend naissance semblable à celle des tubes de Geissler. Au fur et à mesure que la pression diminue les lueurs augmentent et prennent la teinte d'un beau violet. Tout le tube d'aspiration en est bientôt rempli; mais ce phénomène lumineux ne dure pas longtemps, les effluves se raréfient et bientôt un bruissement se fait entendre. L'électricité a très haute tension aux bornes du secondaire trouvant moins de résistance à percer les couches d'air extérieur que les gaz raréfiés du tube donne naissance à des étincelles, qui augmentent d'intensité à mesure que les effluves diminuent. Dès que la pression atteint 10 μ la première phase est considérée comme terminée. On commence la seconde aussitôt.

La deuxième phase est celle de l'épuration de l'atmosphère gazeuse de la lampe. Pour parfaire le vide, on a soudé sur un des supports du filament une petite lamelle de métal. Cette petite lamelle est repliée à son extrémité et pince un morceau de magnésium. Le magnésium en brûlant absorbe une grande partie des impuretés et des gaz actifs tel que l'oxygène.

Pour réaliser la combustion du magnésium on se sert d'un des procédés les plus nouveaux de l'industrie moderne, celui du four à haute fréquence.

Cet appareil est basé sur l'utilisation des courants de Foucault dans les masses métalliques. Ces courants absorbent une certaine énergie électrique.

Cette puissance est donnée en watts par la formule de Steinmetz:

$$W = \frac{h B^{1.6} V}{T \times 10^7}$$

L'on remarquera que V (volume de la masse métallique) est très faible pour la simple lamelle métallique employé; mais $\frac{1}{T}$ qui représente la fréquence peut devenir très grande suivant la pulsation employée. La masse métallique support de magnésium, qui est de l'ordre de quelques millimètres cubes (V dans la formule est exprimé en centimètres cubes) absorberait un nombre très faible de watts pour 25 à 50 périodes.

Cette dépense d'énergie va devenir 20.000 fois plus grande si l'on soumet le métal à une fréquence de 1.000.000. Cette énergie absorbée par cette masse se transforme en chaleur et peut se calculer aisément par une formule du genre de

$$\theta = \frac{W \times 300}{S}$$

celle-ci θ W étant le nombre de watts dépensés — θ la température en centigrades, S la surface de rayonnement de la plaque.

Le four à haute fréquence employé pour la fabrication de la valve n° 10 est alimenté par du 25 périodes, que l'on redresse au moyen d'une grosse lampe triode pouvant dissiper une puissance d'un KWA. Une forte intensité, (50 ampères) circule dans le circuit grille soumis à une tension de 800 volts. Dans le circuit plaque se trouve une self sans noyau magnétique composée d'une trentaine de spires de fil assez gros.

L'entretien des oscillations s'effectue par un couplage élestrostatique des circuits de grille et de plaque. L'amplitude des oscillations créées tendrait vers l'infini si du moins le courant de saturation avait une grandeur infinie, mais tel n'est pas le cas ici.

Le four à haute fréquence se compose d'un solénoïde formé d'un gros fil de cuivre comprenant une dizaine de spires. Ce solénoïde constitue avec la capacité placée à ses bornes le circuit oscillant de grille.

Cet ensemble self et capacité détermine une longueur d'onde de 500 mètres.

Le four est branché sur le circuit grille afin de ne pas rendre dangereux son maniement, la tension y étant relativement faible par rapport au circuit plaque. La liaison de la grille et du circuit plaque pour provoquer l'oscillation a lieu électrostatiquement. Un condensateur de 0.5 millième de microfarad plondans l'huile afin d'augmenter la valeur du diélectrique.

Pour se servir du four à haute fréquence on amène celui-ci au-dessus de la lampe, de façon à avoir la tête de cette dernière plongeant légèrement dans le solénoïde. Les courants de Foucault se font particulièrement sentir sur la plaque supportant le magnésium. La plaque rougit et le magnésium entre brusquement en combustion, purifiant des dernières traces radioactives l'intérieur de la lampe. Les électrodes, filament et supports ne peuvent rougir n'étant pas orientés dans le champ et étant de trop faible surface.

Avec la volatilisation du magnésium, l'intérieur de la lampe prend ces reflets métalliques que l'on remarque si souvent.

La deuxième phase de la fabrication de la valve est terminée. On ouvre le robinet d'admission de l'argon, aussitôt les étincelles cessent à l'indicateur de vide et une effluve rouge orangée illumine tout le tube. L'argon doit être à une pression bien déterminée qui, pour le cas de la valve nw 10, est de 15 millimètres de mercure.

On coupe par fusion du verre le tube qui relie la pompe à la lampe et la troisième phase est terminée.

L'argon tel qu'il est amené dans la lampe a subi diverses épurations. La bouteille qui le contient à forte pression le laisse échapper dans un épurateur destiné à absorber l'oxygène et l'hydrogène qui pourraient subsister au cours de la fabrication de l'argon.

Au début du fonctionnement du tube, quand on lance le courant de chauffage le fil rougit, deux ou trois secondes après, la lampe s'emplit brusquement et entièrement d'effluves violettes dues à quelques traces de mercure, qui cessent aussitôt. Ces effluves violettes font place à d'autres vertes concentrées entre l'espace double filament-plaque. Dans cette luminosité le filament apparaît d'un blanc légèrement rougeâtre. Au bout d'une vingtaine d'heures, ces dernières teintes verdâtres qui sont dues aux vapeurs de magnésium sont remplacées par une belle coloration rouge orangée propre à l'argon.

Etudions ces phénomènes lumineux. Pour les expliquer il est utile d'exminer le fonctionnement du filament.

On assimile la matière dont est formée le filament, à une multitude d'atomes à l'état neutre électriquement, entre lesquels circulent des électrons. Ces électrons — électricité négative pure — sont animés d'un mouvement continuel qui ressemble fortement au mouvement brownien. L'électron est en quelque sorte un projectile animé d'un mouvement de translation perpétuel, butant à tout moment sur un atome neutre et reprenant sa marche dans une autre direction et cela continuellement. Ces électrons sont des évadés des atomes et forment une masse remuante dans tout le métal.

Appliquons, aux bornes du filament, une pile; un courant s'établit aussitôt. Ce courant est formé d'un torrent d'électrons qui, jadis à l'état libre, s'orientent tous maintenant vers le pôle positif de la pile. Ce qui semble en contradiction avec la théorie classique du sens d'un courant, allant du pôle positif au pôle négatif par le conducteur. Cette théorie n'est cependant pas fausse, car s'il existe des électrons à l'état libre, ces derniers sont partis d'atomes neutres, laissant par conséquent des ions positifs. Ces ions positifs se dirigent vers le pôle négatif de la pile. La théorie classique est donc vraie.

Ces deux courants de charges électriques de signes contraires peuvent ou s'annuler et former des atomes neutres qui cessent en ce cas d'être sollicités par le champ électrique de la pile, ou aller les

Digitized by Google

uns décharger les masses négatives de la source, les autres les charges positives. Les chocs violents de ces deux courants sur les atomes à l'état neutre provoquent une élévation de température, qui devient rapidement très forte.

Cette élévation de température donne naissance à un nouveau phénomène.

La plaque anodique est en relation avec une source de potentiel de 20 volts, d'où champ électrique violent dirigé dans l'espace filament plaque.

Avant le passage du courant dans le filament, les atomes à l'état neutre étaient en quelque sorte pressés les uns contre les autres et permettaient bien peu aux électrons à l'état libre de sortir de la masse matérielle du filament. De plus, aucun champ anodique n'existait. Les électrons qui réussissaient à s'évader, étaient repris en grande partie grâce au champ électrique positif créé par les ions positifs du filament.

Dès que la température s'élève, les atomes neutres s'élargissent, les intervalles augmentent, l'électron libre devient soumis à deux forces dirigées à 90° l'une de l'autre, la première est due au champ électrique de la pile, la seconde au champ électrique de l'anode.

Trois cas peuvent alors se présenter. L'électron qui s'évade du filament a une force cinétique très grande; sa trajectoire ressemble à une courbe logarithmique très étendue dirigée vers l'anode.

Deuxième cas: l'électron a assez de force pour sortir de ce filament, mais pas assez cependant pour vaincre l'attraction due au filament. Tous les électrons de cette catégorie forment une zone chargée négativement. Ces particules négatives ne restent d'ailleurs pas longtemps à tourner autour de la cathode, car l'un des deux champs l'emporte bientôt, mais le renouvellement continuel de ces électrons conserve cette zone.

Troisième cas: pour une raison ou pour une autre, l'électron n'a pas la force d'atteindre la zone neutre d'attraction; il retombe alors sur le filament repris par le champ électrique de ce dernier.

Il est à remarquer que la zone neutre où gravitent les électrons du deuxième cas a tendance à repousser ceux qui partent du filament.

Les charges négatives qui s'évadent sont donc soumises à trois forces, dont l'une est la différence entre celle qui est due au champ électrique anodique et la répulsion de la zone électronique. Si l'espace filament-plaque était vide, les électrons du premier cas frapperaient directement la plaque, mais dans la valve n° 10, après le pompage de celle-ci, on y fait entrer de l'argon à une pression déterminée et de plus le magnésium en brûlant a produit des vapeurs. Dans cette atmosphère gazeuse, les électrons vont se heurter à une véritable barrière de molécules gazeuses. C'est ici que vont se produire les phénomènes d'ionisation et d'effluves colorées.

Le phénomène d'ionisation proprement dit, consiste en la chasse brusque d'un électron d'une molécule gazeuse, donnant naissance de ce fait à un ion positif et à un électron. Dans cette rencontre de masses électriques trois cas peuvent se produire.

Premièrement, l'électron en chasse un autre et continue sa course; deuxièmement, il en chasse un autre et prend sa place: ionisation en cascade; troisièmement, il ricoche sur un électron qui change momentanément de sphère. Dans ce dernier cas il n'y a pas ionisation, mais production lumineuse, d'après la théorie de Bohr.

Nous commencerons par ce dernier phénomène puisque c'est cette lumière qui décèle l'amorçage de la lampe. Avant d'aborder cette théorie il faut exposer les diverses conceptions modernes sur la constitution de l'atome à l'état neutre.

Autrefois on supposait les molécules comme de petites sphères indéformables et rigides. On arrivait ainsi à rendre plausible le mouvement brownien, la pression des gaz, la vitesse des molécules; mais d'autres hypothèses obligèrent à rejeter cette théorie.

On a admis que la plus petite partie d'un corps simple pouvant se combiner est l'atome. L'atome n'est pas indestructible ni indivisible. Il a un centre nommé noyau autour duquel tournent ou mieux gravitent des électrons.

Telles sont les deux parties essentielles de l'atome. Ceci n'est pas suffisant malgré tout pour comprendre le fonctionnement de la valve n° 10; il faut pousser plus loin cette étude. Le noyau est considéré comme formé d'une agglomération de corpuscules positifs et négatifs d'un nombre bien défini.

Chaque corpuscule unitaire positif est appelé nucléon ou proton, et chaque corpuscule unitaire négatif est l'électron.

Ces deux charges de signes contraires sont égales. Tous les noyaux des atomes de corps simples sont formés d'un certain nombre de nucléons et d'électrons, (le nombre varie d'ailleurs d'un corps à l'autre) les charges positives étant toujours plus nombreuses que les négatives, les électrons seuls gravitent l'agrégat central.

Pour distinguer les électrons du noyau, de ceux de l'extérieur, on nomme les premiers « électrons essentiels » et les seconds « électrons satellites ».

Il est à remarquer que jusqu'à ces dernières années encore aucune hypothèse solidement établie ne permettait de prévoir les mouvements exécutés par les électrons essentiels autour des nucléons. Les phénomènes produits par les charges négatives venant du noyau et par celles qui viennent de l'extérieur sont semblables.

On nomme rayons α, β, γ les particules échappées du noyau pour les distinguer des ions positifs, des ions négatifs et des électrons.

Le rayon α est une partie de la charge positive du noyau accompagnée d'une partie neutre. La charge positive est égale au double de celle d'un électron au signe près. Le rayon β est un corpuscule d'électricité négative du noyau, l'électron est aussi une charge négative mais issue de la totalité des électrons satellistes d'un atome.

L'ion négatif est un électron accompagné d'une masse matérielle. Un savant russe, Medeljeff, a classé tous les corps simples d'après leurs poids atomiques, Chaque corps a un numéro d'ordre dans ce classement. On a ainsi 92 corps simples rangés. On a admis que le numéro d'ordre de chacun correspondait au nombre d'électrons satellites gravitant autour du noyau. Ainsi pour le phosphore n° 15 du classement, poids atomique 31, on a 15 électrons satellites.

Une seconde hypothèse autorise à dire que la différence entre le poids atomique du corps et le nombre des électrons satellites donnent le nombre d'électrons essentiels. Nous voyons donc que si l'on ôte tous les électrons satellites du phosphore c'est-à-dire 15, le noyau central se trouvera composé de 31 charges positives unitaires et de 16 charges négatives unitaires. Il y a donc une différence de 15 charges positives. L'ensemble de l'atome a donc 31 corpuscules positifs et 31 négatifs (15 + 16) ce qui donne donc un atome à l'état neutre.

Une troisième hypothèse donne la disposition des électrons autour du noyau, on admet que ceux-ci sont disposés sur des sphères concentriques et par groupe de huit, c'est l'octet de Langmuir. Ainsi l'oxygène a une sphère de huit électrons satellites, le carbone une de six, l'argon en a trois.

Cette dernière hypothèse est basée sur les propriétés chimiques semblables qu'ont les corps de huit en huit dans cette échelle, c'est-à-dire qu'un corps ayant une sphère concentrique de huit électrons a des propriétés chimiques semblables à ceux qui ont 2, 3, 4 sphères complètes.

Le fait de ces sphères intéressent particulièrement la théorie de la valve redresseuse n° 10. En effet, à la suite de l'hypothèse sur les sphères, Bohr a établi la loi suivante: « Tout électron, qui pour une cause étrangère est poussé d'une sphère sur l'autre momentanément donne naissance à une vibration lumi-

Digitized by Google

neuse. » Cette loi nous explique déjà comment peuvent naître les rayons lumineux qui ont lieu dans la valve pendant sa marche.

Une seconde loi va nous préciser encore plus la façon dont vont se produire ces lueurs ou vibrations de l'ordre lumineux. Les vibrations dites lumineuses qui impressionnent notre œil varient comme longueurs d'onde de 0 μ 70 à 0 μ 35.

Les ondes de vibrations « infra rouges » sont plus longues que 0 μ 70, les longueurs d'onde des radiations « ultra violettes » sont plus courtes que 0 μ 35. Les phénomènes lumineux observés dans la valve 10 comme dans toutes les lampes contenant des gaz raréfiés sont donc compris dans ces longueurs d'ondes.

Le phénomène qui donne lieu au déplacement momentané d'un électron d'une sphère sur l'autre est, comme on l'a dit plus haut, occasionné par le bombardement électronique d'un atome. La chute de potentiel que doit subir un électron pour produire le renvoi d'une sphère sur l'autre de l'électron satellite d'un atome bombardé est nommé « potentiel de résonance ». Ainsi au potentiel de résonance de la vapeur de mercure correspond une longueur d'onde de 0,283 μ qui est celle d'une vibration lumineuse ultra-violette. Tate a constaté que l'émission pour une vapeur de mercure très raréfiée donnerait $\lambda = 0{,}118$ μ. La coloration du gaz dans une ampoule ne peut déceler la nature de celui-ci. Ces colorations changent avec la densité du courant dans l'ampoule et avec la pression du gaz.

Quelques résultats expérimentaux nous mettront en garde contre un jugement trop prompt sur la nature du gaz employé dans un tube: avec 1 m/m de pression le néon donne du jaune doré; l'air, du roux. Le gaz carbonique, du blanc; l'hydrogène, du bleu. Ceci sous l'effet des rayons cathodiques. Dans les tubes de Crooke en arrière d'une cathode perforée l'air s'illumine en jaune, l'hydrogène en rose, le néon en rouge éclatant.

Dans la valve n° 10 la pression étant de 15 m/m l'argon donne une effluve rose rouge.

Les expériences toutes récentes de M. Campbell ont prouvé que l'effluve bleue qui arrive dans les lampes peu vidées dépend non pas de la nature du gaz mais de la disposition et de la forme des électrodes.

Dans l'ampoule où existe le vide cathodique, toutes ces différences de couleurs disparaissent ; les rayons cathodiques eux sont presque identiques avec n'importe quel gaz raréfié, quels que soient les électrodes et le mode d'excitation, ils donnent une faible lueur verdâtre. Dans les tubes employés pour la spectroscopie avec de l'hydrogène, les parties larges du tube sont bleues, tandis que les parties étroites sont rouge cramoisi.

Il n'y a d'ailleurs pas que les électrons satellites qui soient cause de colorations, les rayons X produits par un faisceau cathodique brusquement arrêté donnent au verre une fluorescence verdâtre s'il est à base de sodium, potassium, calcium et bleue s'il est à base de plomb. Ces rayons X ne se réfléchissent ni se réfractent. Leur pouvoir de pénétration diminue avec la masse atomique du corps qu'ils traversent. Ainsi ils traversent plus facilement l'hydrogène (poids atomique 1) que le carbone (poids atomique 12) ou que le phosphore (poids atomique 31). Le chapitre des rayons X nous entraînerait un peu trop loin. Ces rayons ne se produisant que dans des ampoules où le vide est poussé au millième de millimètre, ce qui n'arrive pas pour la valve n° 10.

Après ce bref aperçu sur la production des luminescences, entamons le chapitre de l'ionisation. L'utilisation du phénomène d'ionisation est le principe de toutes les valves à gaz raréfiés.

Quand un électron échappé du filament se trouve soumis au champ électrique dû à la tension appliquée à la plaque, sa force vive augmente avec le champ.

Dès que celle-ci a atteint une certaine grandeur, le choc du corpuscule contre l'atome peut chasser un des électrons satellites ; il y a ionisation, c'est-à-dire transformation en ion positif de l'atome à l'état neutre.

Le potentiel nécessaire au champ électrique filament plaque varie d'un gaz à l'autre, ainsi celui de l'azote est de 7,5 volts, de l'hydrogène 11 volts, de l'argon 12 volts, du néon 16 volts.

Les électrons libres peuvent au lieu de chasser un électron satellite se fixer sur un atome neutre, d'où production d'un ion négatif. Ce phénomène arrive surtout dans des milieux où le champ électrique est faible et avec des pressions voisines de la pression atmosphérique. L'équilibre des électrons libres a lieu surtout avec les gaz tels que l'hélium, l'argon, le krypton, le xénon, le néon, dont l'activité chimique est nulle. Il n'en est pas de même des gaz dont l'affinité est très grande comme l'oxygène, l'azote, une forte partie des électrons libres est captée par les atomes.

Il y a formation d'ions négatifs ou même d'ions polymérisés, c'est-à-dire dont un électron a été capturé par plusieurs atomes à l'état neutre. On voit donc qu'il faut éviter de mettre de l'azote dans les lampes ou les valves. La vitesse des électrons libres transformés en ions négatifs est de beaucoup ralentie. L'électron soumis à un champ électrique doit, pour arriver à atteindre la force vive nécessaire à chasser un électron, être attiré par un potentiel déterminé. Cette énergie cinétique est définie par $V = \frac{1}{2} mv^2$, m étant la masse de l'électron e sa charge, v sa vitesse et V la force électromotrice appliquée entre le filament et la plaque.

Le filament quand on le chauffe dans le vide pour la première fois et à température assez basse émet des charges positives, cette émission ne dure d'ailleurs pas longtemps et disparaît bientôt.

La chute de tension dans une valve n° 10 se répartit surtout aux abords immédiats de la cathode, c'est pourquoi les colorations sont plus denses dans cette partie. De l'anode presque jusqu'au filament, la tension est pour ainsi dire constante ou ne subit qu'une très faible diminution.

On peut donc considérer que la chute de potentiel a lieu à la cathode.

Dans l'ionisation, les ions positifs se dirigent vers le filament ; leur vitesse devient très grande si la chute de potentiel est très brusque. Quand l'énergie cinétique des ions devient très grande, ceux-ci peuvent arriver à ioniser les atomes de la cathode. Cette brusque dépression du champ dépend du gaz et du métal cathodique. Les ions qui sont attirés avec violence par le filament sont arrêtés brusquement par ce dernier, il s'en suit une élévation de température des molécules métalliques. Si l'on diminue graduellement le chauffage du filament, le choc des ions entretient une telle chaleur que l'on peut même arriver à le supprimer complètement. Le fil métallique ne conserve pas cependant sa température primitive sur toute sa longueur, un point lumineux éblouissant se fixe sur le centre, donnant l'apparence de la concentration de tous les ions en cet endroit.

La température fournie à la cathode par le bombardement ionique entretient une émission électronique qui continue l'ionisation.

Si l'on augmente beaucoup le champ électrique filament plaque, les électrons émis augmentent de vitesse, ionisent les molécules gazeuses et les ions produits atteignent une vitesse telle qu'ils jouent alors le même rôle que les électrons.

Il se produit une ionisation moléculaire par les ions positifs du milieu gazeux, ce phénomène tend à croître de lui-même. Le courant intense ionique croît très vite et tend vers l'infini, c'est à ce moment qu'un arc électrique positif peut jaillir entre la plaque et le filament. Sous cette avalanche d'atomes matériels ionisés positivement, les électrons n'arrivent pour ainsi dire plus à remonter le courant et n'atteignent qu'en petit nombre la plaque.

Cette hyptohèse est très plausible si l'on observe une lampe n° 10 en marche.

Digitized by Google

La plus grande partie des lueurs se concentrent dans la zone cathodique, une faible proportion atteint la plaque.

Les rayons lumineux produits par le phénomène du « potentiel de résonance » se produisent donc là où se butent les électrons c'est-à-dire dans cette zone.

Cette ionisation donne donc lieu à deux courants électriques.

Ces deux courants sont formés de la façon suivante: un courant d'ions positifs très violent a lieu de l'extrême zone cathodique à la cathode. Ce courant d'ions positifs est alimenté par un appel d'atomes neutres accourant vers la zone cathodique. Le second courant va du filament à l'extrême zone cathodique. Celui-ci est composé d'électrons issus du filament qui viennent en quelque sorte livrer combat aux atomes gazeux en marche vers eux.

Ce courant électronique ne tend qu'à s'amplifier, car plus il frappe et casse des atomes en les ionisant, plus les ions positifs, en butant sur le filament, libèrent des électrons.

Dans le cas de l'accroissement du courant ionique, les ions positifs jouant le rôle d'ionisateur, libèrent des électrons qui a leur tour, dans l'espace « zone cathodique-plaque », s'ouvrent un passage.Ils produisent ainsi des prolongations de luminescence jusqu'à l'anode.

C'est, en résumé, dans le cas d'un fort champ électrique, une ionisation double produite à la fois par les électrons et par les ions. La résistance interne de la lampe devient pour ainsi dire nulle. L'arc positif qui prend naissance s'allume donc pour deux raisons: 1°) à cause du courant ionique positif intense, et 2°) par l'espace restreint qui sépare l'extrême zone cathodique de la cathode elle-même. La plaque peut alors rougir et l'émission électronique qui s'en suit ionise encore plus le milieu gazeux. Cet accroissement de température de la plaque peut arriver à la faire fondre.

Ce phénomène de nouvelle émission enlève alors toute possibilité de redresser le courant. En effet si, au lieu d'alimenter la lampe par du continu, on lui envoie de l'alternatif, sous l'effet de l'ionisation totale par les 2 électrodes le courant alternatif peut passer dans la valve aussi bien par l'ancienne cathode que par la nouvelle. C'est le gaz qui joue le rôle de plaque. Il est donc très important d'éviter, dans tout système de valves, une élévation de température de l'anode, c'est-à-dire de soumettre l'espace filament-plaque à un champ électrique trop intense. Cet inconvénient ne peut exister dans la valve n° 10 qui est faite pour redresser sous une tension anodique de quelques dizaines de volts. Si l'on voulait cependant redresser sous une forte tension, il faudrait empêcher l'émission électronique anodique. Pour cela on augmente la surface de la plaque le plus possible pour que la densité du bombardement électronique ne puisse élever sa masse à une température trop forte. On évite aussi ce phénomène en donnant une forte masse à l'anode et en remplaçant le métal par une plaque de charbon de cornue. C'est le principe des lampes à haute tension.

La valve n° 10 a deux anodes pour redresser les deux phases, chaque espace filament-plaque est alimenté par le même filament. Les anodes sont en nickel et ont environ deux centimètres carrés chacune. Elles ont de petites surfaces car l'intensité qu'elles ont à redresser est faible; mais il ne faut pas trop augmenter la tension sinon un arc se produirait et les plaques fondraient.

Avant de terminer cette étude il reste à parler d'un point intéressant touchant l'ionisation dans le cas où l'épuration n'est pas parfaite; c'est l'ionisation spontanée.

Si dans le gaz raréfié introduit, il reste des traces radio-actives, la dématérialisation de ces derniers produit des rayons α, β, γ. Ces rayons provenant du noyau des atomes animés d'une grande vitesse frappent et cassent les atomes voisins et provoquent une ionisation. Ce phénomène bien qu'assez faible quand la lampe est au repos, prend une grande importance quand la température du milieu ambiant s'élève et contribue à l'ionisation principale due au filament. Le filament d'une lampe n'est pas seulement soumis au courant de chauffage, le courant dû à l'ionisation principale et spontanée du milieu gazeux s'ajoute à ce dernier et le suralimente. Il faut donc laisser une marge entre le courant critique qui pourrait abîmer le filament et celui de chauffage, afin que le courant d'ionisation puisse passer sans causer de détérioration.

Le filament n'est pas soumis dans son ensemble à tout le courant d'ionisation, car toutes les charges électriques ne sont point concentrées en un seul point mais sur toute sa longueur. Il n'en est point de même si l'on éteint le chauffage, car toutes ces charges se concentrent en un même point.

La valve n° 10, sortie des Ateliers « Ignix », donne des résultats excellents, elle est surtout recommandée pour charger les batteries de 4 à 6 volts sous 1 à 1,5 ampère. Le rendement est très satisfaisant par rapport aux anciens tubes redresseurs à filament de tungstène pur travaillant dans l'argon, car ces filaments avaient une consommation très grande qui diminuait fortement le rendement du tube.

Louis LA PORTE.

Digitized by Google

Le redresseur « Oxymétal »

L'emploi croissant de petites batteries d'accumulateurs pour différents usages tels que l'éclairage et le démarrage des automobiles, l'alimentation des postes de T. S. F., la signalisation des chemins de fer, etc., a démontré l'utilité d'un redresseur robuste, de petites dimensions et d'un bon rendement. Un tel redresseur trouve également son emploi pour la charge en tampon des batteries de capacité même importante, lorsqu'on doit fournir un courant généralement faible pour les maintenir en charge.

En dehors de son application à la charge des batteries d'accumulateurs, il est également utile, dans certains cas, qu'un redresseur puisse servir à l'alimentation directe d'un appareil fonctionnant en courant continu, en utilisant du courant alternatif et sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à l'interposition d'une batterie. Certains appareils ont, en effet, un meilleur rendement lorsqu'ils sont alimentés par du courant continu que lorsqu'ils sont alimentés par du courant alternatif.

Le redresseur Oxymétal convient particulièrement aux applications énumérées ci-dessus.

Le redresseur Oxymétal ne comporte ni contacts, ni parties mobiles, ni pièces nécessitant des remplacements ou de l'entretien. Il forme un bloc compact et robuste, d'un montage facile à cause de son faible encombrement. L'élément redresseur est simplement constitué par une rondelle de cuivre oxydée sur une de ses faces et l'action redressante est due à un phénomène électronique qui se produit dans l'intérieur même de la rondelle, à la surface de séparation du cuivre et de l'oxyde.

Dans l'étude d'un appareil déterminé, on doit d'abord chercher à obtenir un fonctionnement économique et régulier, mais il existe d'autres qualités qu'il est désirable d'obtenir et qui sont particulières à chaque catégorie d'appareil. Pour déterminer ces qualités particulières, il y a lieu de comparer entre eux les différents appareils qui réalisent, d'une façon plus ou moins satisfaisante, la même fonction. En procédant ainsi pour un redresseur, on trouve que les qualités qu'il est désirable d'obtenir sont les suivantes :

a) Un redresseur doit être susceptible de répondre à toutes les conditions de service imposées ;

b) Il doit avoir un bon rendement ;

c) Il ne doit comporter aucune pièce mobile risquant de se détériorer ;

d) Son entretien doit être nul ;

e) Il doit posséder un dispositif de réglage permettant de faire varier le débit ;

f) Il ne doit pas comporter de liquide ;

g) Il doit être robuste et facile à installer.

Le redresseur Oxymétal réunit toutes ces qualités, avec une robustesse qui n'est égalée par aucun autre et qui le désigne par excellence pour toutes les applications de signalisation.

Construction. — La figure 1 montre le mode de construction du redresseur Oxymétal. Les unités sont assemblées sur une tige filetée, le nombre des disques connectés en série ou en parallèle variant suivant le voltage et l'intensité qu'on désire obtenir.

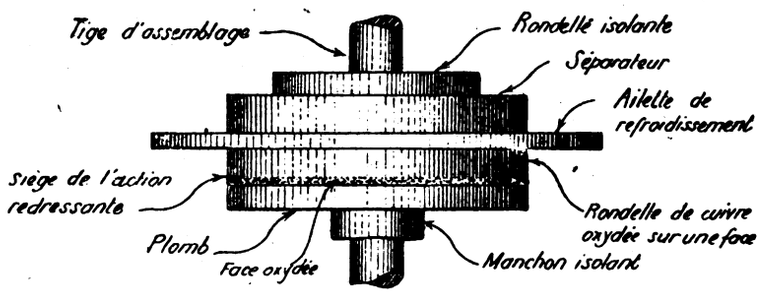


Fig. 1. — UNITÉ REDRESSANTE

Pour redresser les deux alternances, les unités sont groupées suivant les quatre branches d'un pont, comme il est représenté figures 2 et 3.

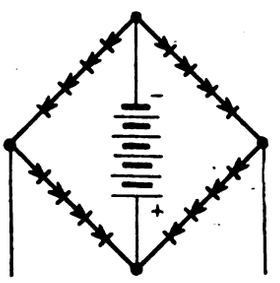


Fig. 2
UNITÉS REDRESSANTES EN SÉRIE

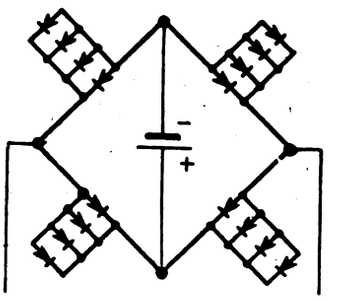


Fig. 3
UNITÉS REDRESSANTES EN PARALLÈLE

Le courant circule dans l'appareil suivant la direction des flèches de la figure 4. Pendant la première demi-période d'une alternance, il passe dans une moitié des unités redressantes et dans l'autre moitié pendant la seconde demi-période.

Rendement.— Il existe déjà de nombreux types de redresseurs, mais aucun d'eux n'a un rendement comparable à celui des appareils électriques courants. D'après les essais comparatifs faits à Washington par l' « American Bureau of Standards », les rendements pour les redresseurs électrolytiques, thermo-ioniques ou à lame vibrante varient de 3,6 à 43 pour cent.

Le rendement moyen de l'élément redresseur Oxymétal est supérieur à 60 pour cent et le rendement total d'un appareil complet avec transformateur, selon les types illustrés ci-après, est approximativement de 56 %. Si l'on considère le prix annuel de l'énergie économisée par suite de cette amélioration importante du rendement, on voit le grand avantage que présente le redresseur Oxymétal sur les autres types de redresseurs. Il y a lieu de noter également que le redresseur Oxymétal conserve son plein rendement sans grandes variations à tous les régimes et à toutes les puissances ; on remarquera qu'il existe peu d'appareils électriques pouvant travailler suivant des puissances comprises entre 0,2 watt et 1,5 kw., en conservant sensiblement entre ces limites les coefficients de rendements indiqués ci-dessus. Ainsi que la plupart des appareils électriques, les différents types de redresseurs Oxymétal sont étudiés pour que leur rendement soit maximum au régime normal ; toutefois il

Digitized by Google

se trouve que ce rendement se maintient sensiblement constant pour de grandes variations du débit. Dans le cas du redresseur type RT-10-A, le rendement est, par exemple, de 52 %, lorsque l'appareil travaille à la pleine charge de 2 watts, et de 49 % lorsqu'il travaille à la demi-charge de 1 watt. Les types plus puissants tels que le RP-10-B ont un rendement de 70 % à pleine charge (100 watts pour le RP-10-B) et de 66 % à demi-charge.

Enfin, contrairement à ce qui se passe dans le cas des redresseurs électrolytiques, le rendement du redresseur Oxymétal se maintient sensiblement constant à toutes les températures de service.

Courant de fuite. — Le redresseur Oxymétal fonctionne comme une valve thermo-ionique froide. Son action redressante est due à la différence considérable des résistances dans le sens cuivre-oxyde et dans le sens oxyde-cuivre, le rapport de ces deux résistances étant de l'ordre de 1000.

En d'autres termes, lorsque dans une unité redressante il passe un courant de 1 ampère dans le sens oxyde-cuivre pour une tension appliquée de 2 volts et un courant de 0,001 ampère dans le sens cuivre-oxyde sous la même tension le coefficient de redressement est 1000. Ce faible courant non redressé et dénommé « courant de fuite » ne se manifeste d'ailleurs pas dans le cas d'un appareil chargeant une batterie et redressant les deux alternances. Il se traduit simplement, dans ce cas, par une augmentation d'environ 1 pour mille de la puissance alternative qui produit le courant de 1 ampère. Si la batterie reste branchée sur le redresseur avec l'alimentation coupée côté alternatif, le courant de fuite se traduit par un courant de décharge de la batterie, extrêmement faible et qu'on peut considérer comme négligeable vis-à-vis des pertes inhérentes à toute batterie. Si nous prenons, par exemple, une batterie de 40 ampères-heure, qui peut normalement fournir 1 ampère pendant quarante heures et que nous la laissions branchée aux bornes d'un redresseur RX-10, non alimenté en courant alternatif, la batterie fournira le même courant de 1 ampère pendant trente-neuf heures quarante minutes au lieu de quarante heures.

Mesure des courants redressés. Lorsqu on veut mesurer le courant débité par un redresseur, on doit tenir compte des considérations suivantes :

Un ampèremètre à courant alternatif mesure l'intensité efficace, c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne des carrés de l'intensité. Un ampèremètre à courant continu à aimant permanent mesure l'intensité moyenne. Les indications des deux appareils ne sont concordantes que dans le cas du courant continu ; il importe donc, pour obtenir une mesure exacte, que l'appareil de mesure soit choisi d'après les applications des courants redressés. En ce qui concerne le courant débité par un redresseur sur une batterie d'accumulateurs, les mesures doivent être faites avec un ampèremètre à courant continu à aimant permanent, parce que :

1° L'énergie emmagasinée par une batterie est proportionnelle à la valeur de l'intensité ;

2° Le courant de fuite doit être retranché du courant principal, ce qui est enregistré par l'ampèremètre à courant continu, sans l'être par l'ampèremètre à courant alternatif.

La forme de la courbe représentative du courant redressé varie d'une façon si importante, suivant les constantes électriques du circuit alimenté par le redresseur, que les mesures doivent être faites avec beaucoup de soin et qu'il importe de toujours se placer dans les mêmes conditions, si l'on veut obtenir des valeurs comparables. En rapportant les mesures de voltage et d'intensité faites avec un redresseur, il faut donc indiquer avec précision les conditions dans lesquelles ces mesures ont été faites et si possible donner la forme de la courbe du voltage redressé.

Dans une série d'articles ultérieurs, nous envisagerons les nombreuses applications de l'Oxymétal, et en premier son emploi en télégraphie sans fil, où l'Oxymétal a pris une place prépondérante dans la question à l'ordre du jour « L'Alimentation directe sur le secteur des Postes récepteurs et émetteurs. »

Signé : J. RICDEL.

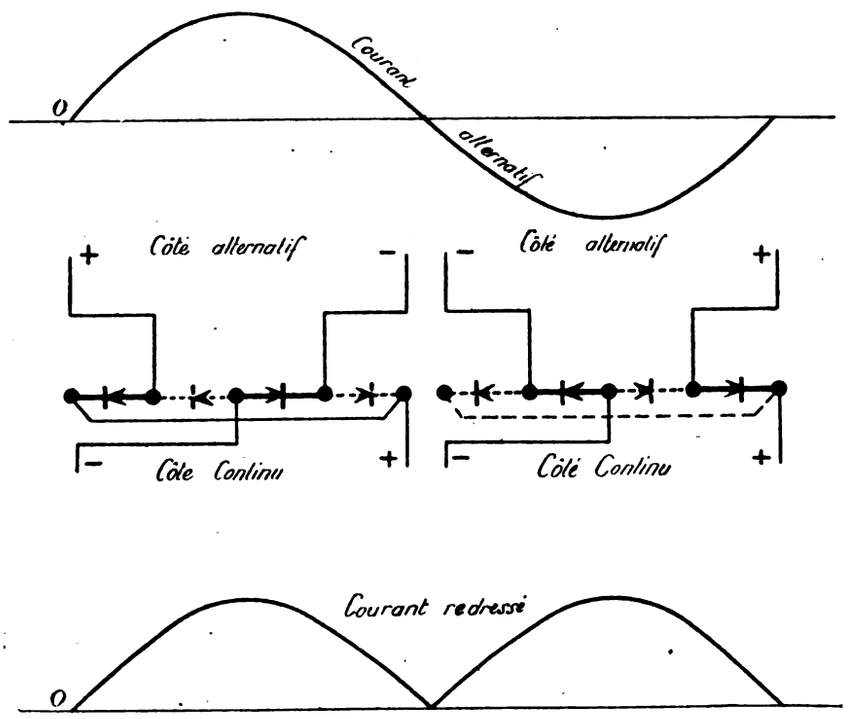


FIG. 4 — CIRCULATION DU COURANT ET COURBES DES COURANTS ALTERNATIF ET REDRESSÉ

Digitized by Google

LE REPÉRAGE PAR LE SON

par X X X

o o o o o o

A l'instant où l'on parle tant des travaux de Georges Claude, il est une invention de ce savant qui, faute d'emploi actuel, risque de tomber dans l'oubli. Il s'agit du repérage par le son, si utile en campagne pour fixer la position des batteries d'artillerie, et autres sources sonores.

Le lecteur trouvera ci-dessous une analyse de cette méthode de repérage ; il nous suffira de dire que les « Bertha » ont ainsi été repérées très rapidement et avec une précision stupéfiante, de l'ordre de 20 mètres.

Cette méthode se rattache à notre activité générale parce qu'elle utilise un appareillage électrique très complet qui est décrit ci-dessous.

LE repérage par le son est certainement vieux comme le monde, et il ne faut pas beaucoup d'imagination pour se représenter l'homme de la préhistoire demandant au son de le renseigner sur les va-et-vient invisibles de la forêt.

Plus près de nous, qui n'a pas écouté les sons propagés à travers le sol, décelant la marche d'une troupe, ou dans un rail, la venue d'un convoi?

Qui n'a pas, pour vérifier la théorie apprise à l'école, écouté à l'extrémité d'une poutre, un coup donné à l'autre extrémité? Ce qui donne lieu à d'amusantes mystifications.

Mais la palme revient certainement à l'écoute à travers le sol, pendant la guerre, des mouvements ennemis, une baïonnette fichée dans le sol et servant alors et en quelque sorte de détecteur et d'écouteur.

Mais à côté de ces moyens rudimentaires, il existe, on s'en doute bien, des moyens profitant des progrès de la science et qui donnent des résultats autrement précis.

Parmi ceux-ci il nous faut citer ceux dus à Georges CLAUDE et qui constituent sa méthode de repérage par le son.

Avant d'entrer dans le détail de son étude, précisons que les méthodes préconisées ont toutes, de par la communauté de leur but, une nécessaire ressemblance dans le principe.

Celui-ci repose sur la vitesse connue de propagation des ondes sonores.

C'est la méthode classique qui permet de trouver la distance qui sépare un orage de l'observateur par la double observation de l'éclair et du «coup de tonnerre ».

C'est encore la méthode employée pour situer le point où a été tiré un coup de fusil...

Mais encore faut-il voir la bouche à feu ou, ce qui revient au même, l'éclat du coup tiré ou les volutes de la fumée.

Cette première observation permet de situer la DIRECTION du coup de feu pendant que la mesure du temps écoulé entre la vue des phénomènes qui accompagnent le départ et la perception du coup donne la DISTANCE.

Il suffit de savoir que le son se propage à la vitesse moyenne de 333 mètres à la seconde...

On a donc autant de fois 333 mètres que le temps écoulé compte de secondes.

Nous répétons bien que ce n'est là que le principe, car dans la réalité, il faut compter avec les cas où les pièces ne sont pas visibles, ou encore avec leur camouflage et l'emploi des poudres sans fumée. (De plus, le problème se complique encore du fait de l'emploi dans toutes les artilleries de sachets anti-lueur. N. D. L. R.)

D'autre part, mais la chose a beaucoup moins d'importance, la vitesse du son n'est pas une constante comme on le dit habituellement, car elle varie avec la température de l'air et aussi avec le point du globe où l'on se trouve.

Pour ceux qui aiment les précisions, disons que le son se propage avec une vitesse vraie égale à :

$$v = \sqrt{g / a.} \quad \sqrt{1 + \alpha t}$$

expression dans laquelle v est la vitesse cherchée, $\gamma = 9{,}81$ à Paris et a est l'allongement (ou la rétraction) d'une colonne d'air (pour l'air) de volume égal à un mètre cube et soumise à l'action d'un poids égal à celui de la colonne considérée.

Enfin $\sigma\ t$ désigne un accroissement de vitesse dû à la température t du milieu, cet accroissement étant compté à partir de zéro degré.

Mais ce sont là des subtilités qui n'ont pas d'application réelle en pratique...

Le principe essentiel est donc comme nous l'avons dit plus haut, la connaissance de l'origine du tir par l'éclat du coup et par la mesure du temps de la distance de la pièce au point d'observation, celle-ci trouvée par calcul, partant de la vitesse de la propagation du son dans l'air.

C'est la méthode classique pour situer un coup de fusil et dans certains cas la foudre.

Mais ce principe pour grand qu'il soit ne saurait être revendiqué par personne...

Digitized by Google

Il n'en est pas de même du procédé Claude qui permet, MEME SANS VOIR LE FEU, de situer non seulement la batterie mais encore LA PIECE QUI TIRE dans une batterie considérée.

Le procédé est applicable même dans l'obscurité et dans diverses conditions où l'on ne peut songer à utiliser les autres moyens d'investigation, et en particulier, l'aviation.

Les résultats sont obtenus d'une façon pratiquement instantanée et ne courent pas, d'autre part, de risques d'erreurs.

Nous pensons, en écrivant ceci, et comme l'a signalé Georges CLAUDE, aux batteries dissimulées — donc réelles — et aux batteries fictives — sortes de décors peints et camouflés — sur lesquelles les avions se trompent inévitablement.

Même observation pour le document photographique qui porte en lui les mêmes possibilités d'erreur.

Ces préliminaires fixés, voyons par quel moyen on peut déterminer la direction du tir.

II. RECHERCHE DE LA DIRECTION

La disposition de principe est donnée par la figure 1.

Un cylindre M tournant porte une feuille de papier sur laquelle deux stylets S et S′ tracent normalement un trait continu.

D'autre part, en A et en B on place deux appareils sensibles aux ondes sonores et tels qu'à l'instant où ils sont influencés, ils ferment deux circuits électriques qui provoquent à leur tour une déviation des stylets S et S′.

Si les deux appareils A et B sont à égale distance de la source sonore — en l'espèce de la pièce qui tire — les deux stylets dévieront simultanément, ce qui indiquera que la pièce se trouve exactement dans l'axe du système, c'est-à-dire celui passant juste au milieu entre A et B et perpendiculaire à A B.

La figure 2 montre les conscriptions de chaque stylet soient *m q* et *m′ q′*.

L'appareil A qui commande S donne le crochet *n p* pendant que B donne le crochet *n′ p′*.

Cette inscription correspond au cas où la direction du tir est normale à l'axe du système, ce qui peut être traduit en langage plus simple, en disant que la pièce qui tire est à égale distance de A et B. Si les crochets *n p* et *n′ p′* ne sont pas en regard, on voit que la direction du but, c'est-à-dire du tir fait un certain angle avec la direction précédente mais n'en reste pas moins perpendiculaire à la droite joignant les postes d'écoute A et B′ (pointillé sur la figure).

Dans la réalité, on ne peut songer à déplacer les appareils A B.

On se trouve alors en présence de deux cas :

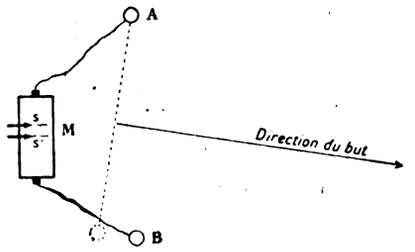


FIG. 1

a) Où les crochets (figure 2) sont inscrits en même temps et la direction du tir est la perpendiculaire à A B (ou bases).

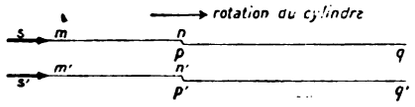


FIG. 2

b) Ou les crochets sont décalés (figure 3) et il faut corriger la direction du tir en proportion.

Georges CLAUDE en donne la théorie (rapport à la Commission des Inventions) de la façon suivante :

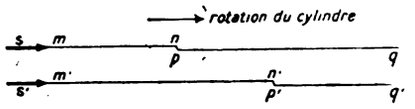


FIG. 3

Si le crochet *n* (voir figure 3) est en retard sur *n′*, c'est que le son arrive en B plus tôt qu'en A et d'autant plus en avance qu'il y a, comme on dit, plus de *décalage* entre les deux crochets.

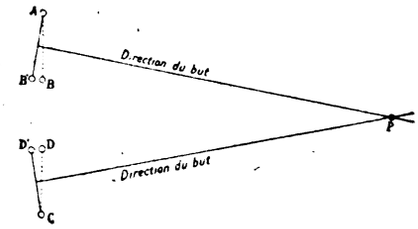


FIG. 4

Donc B est plus près de la pièce que A.

Mais il y a mieux, comme on connaît la vitesse de rotation de l'enregistreur M, disons un mètre ou 100 cm. par seconde, on peut déduire de décalage de *n′* sur *n* l'avance de B sur A : Si le décalage est de 30 cm. c'est que le son arrive en B, 30/100 seconde ou 0,30 seconde plus tôt qu'en A. On sait donc, dès ce premier coup, non seulement que B est plus près de la pièce ennemie que A, mais à peu près de combien puisqu'en 0,30 seconde le son parcourt 100 mètres.

Si on amène l'appareil B en B′, plus loin du but d'une centaine de mètres (voir figure 1), un second coup de la pièce donnera lieu à l'inscription de deux crochets en regard ou très peu décalés.

Un troisième coup, précisera encore la position de B_1 de décalage nul, et on pourra dès lors construire la perpendiculaire au milieu de A. B_1 avec la certitude qu'elle passe par la pièce.

Soient CD (figure 4) deux autres enregistreurs (ou rupteurs) reliés à un second enregistreur, ou mieux ou muni de *quatre stylets*, deux pour A et B et deux pour C et D.

On déterminera — avec les mêmes coups que pour A et B — et en annulant de même le décalage des crochets par le déplacement convenable de C ou D. On déterminera deux positions C et D_1 telles que la perpendiculaire au milieu de C D_1 passe nécessairement par le but.

Voilà le problème résolu, l'intersection P des deux perpendiculaires est la position de la pièce.

III. PRINCIPALES OBJECTIONS

Ne cherchant pas ici à donner autre chose que des renseignements documentaires, nous négligerons tout ce qui ressort d'une technique trop compliquée...

C'est pourquoi nous ne citerons, parmi les objections faites que la principale et qui a trait aux nombreux coups tirés simultanément.

Georges CLAUDE a proposé différents repères et aussi conjointement, une méthode de zéro pour compenser le décalage.

Depuis, il s'est rallié aux rupteurs fixes de NORDMANN.

D'un autre côté, son neveu le lieutenant Maurice Claude, a réalisé et utilisé à l'armée d'Orient, des appareils de ce genre, nommés *Orthophones* et quasi à lecture directe.

En fait, si le système se heurte, a des difficultés réelles, dressage du personnel mis à part, on ne peut guère en citer qu'une qui soit importante et c'est celle due au grand vent qui fausse la propagation des ondes sonores.

Digitized by Google

Il est d'ailleurs possible, par la méthode de l'observateur avancé de simplifier d'autant le travail.

METHODE DE L'OBSERVATEUR AVANCÉ

La figure 5 montre la façon de procéder :

Un observateur O est placé à 300 ou 400 mètres en avant de la ligne des rupteurs A, B, C et D. Il entend donc les coups ennemis environ UNE SECONDE avant qu'ils parviennent aux rupteurs et peut dès lors agir en conséquence.

Un coup ne l'intéresse-t-il pas, il le néglige...

Au cas contraire, il appuie sur une clef qui lance vers l'enregistreur par une ligne auxiliaire, un courant dont l'effet est d'appliquer les quatre stylets sur le cylindre en mouvement continuel.

Le coup est donc enregistré, *à l'exclusion de tous les autres;* après une ou deux secondes l'opérateur avancé lâche sa clef et les stylets se relèvent.

L'opérateur à l'enregistreur déplace latéralement l'équipage des stylets à l'aide d'une crémaillère.

Les instruments sont dès lors en attente pour le coup suivant.

Ainsi pas de papier perdu, facilité très grande pour reconnaître les repérages et dépouiller les résultats.

PHENOMENE DE L'ONDE DE CHOC

Ce titre pourrait nous autoriser à faire un peu de théorie, nous n'en ferons rien, nous contentant de relater les faits...

A chaque obus tiré par une pièce à tir rapide (115 par exemple) on entend DEUX COUPS sans compter l'éclatement.

Le premier coup résonne avant que le son normal ait atteint le spectateur et a cette particularité qu'il apparaît comme étant beaucoup plus fort que ce qu'il est convenu d'appeler le véritable coup.

Ce phénomène est dû à ce que le projectile est animé d'une vitesse supérieure à celle du son.

Georges CLAUDE l'explique de la façon suivante :

Tout d'abord, pour observer le phénomène, trois conditions doivent être réalisées :

Il faut se trouver *en avant* de la pièce qui tire, celle-ci doit faire du *tir réel* et, enfin, sa nature n'est pas indifférente.

Tandis que les mortiers ne donnent rien, avec une pièce de 155 ou de marine, l'effet est immanquable.

Or, la grosse différence dans ces deux cas, c'est la vitesse du projectile, bien plus grande dans le second. Effectivement, c'est elle qui est la coupable et quand on va au fond des choses, on trouve QUE SEULES PROVOQUENT L'ANOMALIE LES PIÈCES DONT LES PROJECTILES VONT PLUS VITE QUE LE SON.

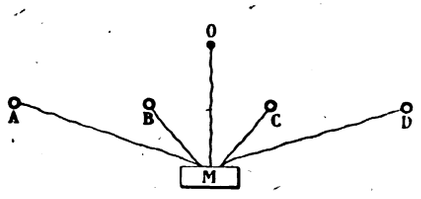


FIG. 5

Soit, figure 6, P Q, la trajectoire d'un tel projectile lancé par la pièce P. Premier phénomène : le départ du coup provoque un son qui se propage et atteint l'observateur à raison de 333 mètres par seconde.

C'est le coup de canon proprement dit. Second phénomène : L'obus s'avance dans l'air en sifflant; et dans l'échelle des bruits, cette modalité du sifflement subsiste tant que l'ébranlement par l'obus des points successifs de sa trajectoire parvient

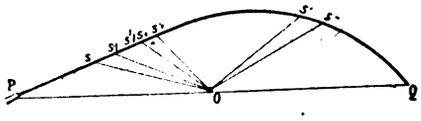


FIG. 6

aussi successivement à l'oreille de l'observateur O.

Mais le projectile, nous l'avons dit, fend l'air à une vitesse plus grande que celle du son.

Observons-le d'abord au voisinage de la pièce en deux positions successives S et S'.

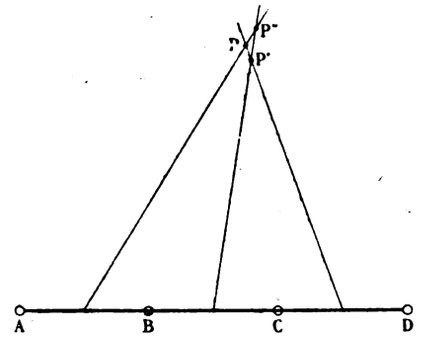


FIG. 7

L'ébranlement sonore du point S se propage vers O suivant SO à la vitesse du son.

Mais l'obus parcourant S S' dans une direction voisine de SO et *plus vite* que le son, il en résulte que l'ébranlement de S' parti plus tard arrive pourtant en O avant celui de S.

De même, l'ébranlement de S'' arrive en O avant celui de S'.

Ainsi les bruits successifs des divers points de cette *partie avant* de la trajectoire arrivent à l'observateur sensiblement dans l'ordre inverse de ces points : S' après S'', S après S', etc... et d'ailleurs successivement et c'est ce qui constitue la modalité sonore du sifflement.

Mais il est évident qu'il y a un élément $S_2\ S'_2$ de la trajectoire, intermédiaire entre les deux précédents pour le temps employé par l'obus à parcourir $S_2\ S'_2$ *plus vite* que le son, augmenté du temps employé par l'ébranlement de S'_2 pour parcourir $S'_2\ O$ à la vitesse du son est *juste égal* au temps employé par le son à parcourir $S_2\ O$ pour porter à O l'ébranlement de S_2.

Dès lors, pour cette position et cette position seule, l'ébranlement de S_2, celui de S'_2 et celui d'ailleurs de tous les points compris entre S_2 et S'_2 parviendront *en même temps* à l'oreille de l'observateur. Au lieu d'un mince filet d'énergie sonore arrivant régulièrement à l'oreille, celle-ci recoit d'un seul coup, un énorme paquet d'énergie qui lui donne l'impression d'un très violent claquement.

En outre, la brutale arrivée en O de tous les ébranlements de S_2 à S'_2 est la *première manifestation sonore* pour l'observateur et elle est suivie de l'arrivée *à reculons,* des ébranlements de tous les points de l'avant de la trajectoire, S_2 puis S'', puis S', S et P en même temps que de l'arrivée dans l'ordre direct des ébranlements de S'_2 à S_1 et S'_1.

Ces *arrivées continues* produisent le sifflement normal.

Quand, dans ce défilé à reculons des ébranlements jusqu'à S et P, l'ébranlement de l'*origine* de la trajectoire parvient enfin en O, le bruit du coup de canon normal suit immédiatement de sorte que ce dernier parvient à l'observateur *bien après* le claquement.

La région $S_2\ S'_2$ de la trajectoire d'où parvient à O le claquement doit être située sur la trajectoire (en remarquant que $S^2\ S'$ est très petit) puisque la projection de la vitesse actuelle de l'obus sur la droite $S_2\ O$, ou V cos σ est justement égale à v, vitesse du son :

$$V \cos \sigma = v$$

l'angle σ suivant lequel le dit claquement se détache de la trajectoire pour toucher l'observateur O étant donc constant (à supposer V invariable) il en résulte que cette région $S_2\ S'_2$ d'où il provient, varie

Digitized by Google

beaucoup avec la position de l'observateur.

L'ensemble de cette analyse, il faut le souligner, traduit le phénomène que révèle la *photographie. Lorsqu'un obus fend l'air à une vitesse plus grande que celle du son, elle montre qu'il laisse dans l'air un sillage tout à fait analogue à celui d'un bateau et qu'on appela* l'ONDE DE CHOC *ou* ONDE DE MACH.

C'est lorsque ce sillage, rapidement grandissant, vient rencontrer l'oreille de l'observateur, que le claquement se produit.

ACCROISSEMENT DE LA PRECISION PAR PROCEDE DU CHAPEAU

Une seule installation peut présenter des éléments d'incertitude à cause, en particulier, de l'onde de choc.

On y porte remède en installant trois postes — donc trois bases — qui fournissent trois directions, lesquelles donnent lieu finalement à un recoupement P. P′ et P″.

C'est le triangle ainsi inscrit que l'on appelle le CHAPEAU (fig. 7).

Et il est évident que la précision de la mesure ou repérage est liée à la surface du chapeau.

En effet, et cela se conçoit bien, plus le chapeau est petit, plus la précision est grande...

AUTRES AVANTAGES DE LA METHODE PHONIQUE

Un autre avantage de la méthode, et non des moins appréciable, est de fournir des renseignements à l'artillerie en vue de guider son tir.

L'erreur possible est minime : de l'ordre de 20 mètres maximum, en plus ou moins pour des distances de cinq à six kilomètres.

OR L'ARTILLERIE N'A PAS ELLE-MÊME UNE PRÉCISION PAREILLE.

La sensibilité des derniers appareils, les dispositifs de NORDMANN, COTTON et WEISS permettent d'obtenir des enregistrements très précis...

L'emploi des hyperboles et de leurs asymptotes permettent par ailleurs une grande rapidité de lecture.

On conçoit dans ces conditions que les procédés de repérages par le son et, en particulier, ceux de Georges CLAUDE doivent prendre place dans les services d'études et d'application.

X. X. X.

Bibliographie. — Georges Claude. — *Au Creuset de la Guerre. Politiciens et Polytechniciens.*

PETITES NOUVELLES

EN ROUMANIE, LA RADIODIFFUSION PROGRESSE RAPIDEMENT

Le retour du roi Carol II dans ses Etats a attiré l'attention mondiale sur la Roumanie. Jetons donc un coup d'œil sur la T. S. F. dans ce pays.

Lorsque dans un pays, le nombre des sans-filistes passe dans le courant d'une année de 7.000 à 30.000, il est clair que l'intérêt pour la radiodiffusion y a fait de très rapides progrès. Tel a été le cas en Roumanie au cours de l'année écoulée.

Incontestablement, dans peu de temps la Roumanie qui était jusqu'à ce jour en retard sur les autres pays d'Europe dans le domaine de la radio, prendra également une place importante dans la diffusion mondiale.

Ce n'est qu'en 1925 que la Roumanie commença à s'intéresser è la radiodiffusion. eUn certain nombre d'amateurs créèrent, cette année-là, une association qui se donna pour but la construction d'un poste d'émission. L'Institut électrotechnique de l'Université de Bucarest prêta son concours et un poste travaillant à la faible puissance de 100 watts fut bientôt construit.

Un deuxième poste s'érigea lorsqu'une loi vint stipuler qu'à l'avenir les P.T.T. exerceraient un contrôle sur la radiodiffusion, à laquelle une certaine somme fut attribuée. C'est ainsi que le poste déjà existant, et qui était la propriété de la Société des chemins de fer, fut transformé en un poste de diffusion de 500 watts.

En Mars 1928, survint un grand changement dans le domaine de la radiodiffusion par suite de la création de la Société Roumaine de Diffusion. Cette société décida de construire un poste moderne le plus rapidement possible. Ce poste fut placé à proximité de Bucarest. Il fonctionne avec une énergie de 12 kw. et peut être bien entendu dans notre pays lorsque les circonstances sont favorables.

Le Ministre de l'Intérieur a proposé de munir tous les villages d'une installation de réception, afin que les cultivateurs puissent aller écouter régulièrement les nombreuses causeries diffusées et qui leur sont spécialement destinées.

AU PAYS DE TELL

Le développement de la radiophonie suisse diffère sensiblement de celui de presque tous les autres pays d'Europe. Du fait qu'il y a 5 postes émetteurs en Suisse, on pourrait déduire que la radiodiffusion y est très florissante; cependant, la puissance avec laquelle ces postes fonctionnent est si faible qu'une sixième partie seulement des habitants peut écouter les programmes, tandis que tous les autres sont obligés de capter les émissions des postes étrangers.

Cette singulière situation résulte principalement de ce que chacun des cantons possède autonomie et, par suite, des droits particuliers. Presque toutes les grandes associations ont une forme fédérative et à l'origine, la radio a dû en subir l'influence.

Ce n'est qu'après plusieurs années que l'on se rendit compte que cette méthode de radiodiffusion n'était pas la bonne et que l'on ne pouvait diffuser de bons programmes et posséder de bons postes que par une collaboration générale. C'est alors que l'Union Radiophonique Suisse fut créée, qui projette la réorganisation de toute la radiodiffusion suisse. Les 5 petits postes actuels seront supprimés et remplacés par deux postes plus puissants qui fonctionneront avec une énergie plus grande, de manière qu'ils puissent être entendus dans toute la Suisse. Un de ces postes sera chargé des émissions pour la partie suisse allemande, avec une puissance de 60 kw.; l'autre à une puissance de 25 kw., diffusera exclusivement des programmes français. Ils fonctionneront probablement au début de 1931. Les sans-filistes gagneront en nombre, car, actuellement, le public ne peut pas même entendre les postes de son pays.

Digitized by Google

Un émetteur à réglage unique

Par Jorge GRAMMER
Traduit et adapté par : André PLANÈS-PY
(Q S T Américain Sept. 29. Pages 19 à 22).

L'emission reste une partie importante des occupations de nombreux amateurs. Des nouveaux sont rebutés par les nombreuses mises au point que semble nécessiter la mise en œuvre d'un émetteur.

On notera que l'ampèremètre d'antenne est la source de tentations multiples et... qu'il vaut mieux le remplacer par une lampe.

On trouvera ci-dessous la description fort intéressante d'un montage à un seul réglage.

L'UN des grands inconvénients que présente l'émission pour le débutant est souvent la multiplicité des commandes et des mises au point qui accompagnent tous les circuits dits « standard » de l'heure présente.

Le montage décrit est, à part sa simplicité idéale, un excellent émetteur de faible puissance et s'adresse aussi bien à l'amateur le plus novice qu'à celui déjà expérimenté.

Si on néglige volontairement les émetteurs « master oscillator » les circuits à auto-excitation exigent pour le moins quatre, sinon cinq réglages distincts simultanés. On peut objecter que ces mises au point ont pour but de déterminer les meilleures conditions de fonctionnement et sont effectuées une fois pour toutes, mais la pratique nous montre souvent qu'il est rare que l'on procède ainsi. **L'amateur sera toujours tenté de tourner un bouton, de modifier une prise,** surtout s'il a procédé à quelques appels restés sans réponse. La présence de l'ampèremètre d'antenne incite aussi l'opérateur à mettre tout en œuvre pour obtenir une intensité toujours plus élevée dans l'aérien, au contraire de ce qu'enseigne la logique la plus élémentaire. En définitive l'amateur cherche d'abord les résultats et procède ensuite aux expériences.

Malgré les énergique réfutations de ses partisans les plus enthousiastes, le circuit Hartley grande capacité est difficile à mettre au point au maximum de rendement pour un amateur débutant. La prise filament sur l'inductance grille-plaque a une position critique, surtout dans les bandes de fréquence élevées pour lesquelles les selfs sont de faible diamètre. Le circuit Colpitz ne jouit pas d'une popularité aussi grande parmi les débutants, car il est à ce point de vue pire que le Hartley, les deux capacités en série rendent le réglage de l'excitation impossible sans altérer simultanément la fréquence et vice-versa. Il est certain que l'on peut obtenir une réaction fixe en utilisant trois condensateurs : deux en série et le troisième, celui d'accord, en parallèle sur l'inductance, mais le problème n'est qu'en partie résolu et un réglage additionnel est introduit.

Il reste le circuit populaire « Armstrong » dit « à grille et plaques accordées » qui est très probablement le plus facile à régler des trois puisque les circuits respectifs sont accordés séparément et à peu près indépendants. Il présente en outre l'avantage supplémentaire de permettre l'alimentation de la plaque en série réduisant ainsi le travail de la self d'arrêt haute fréquence, chose que l'on ne peut faire ni avec le Hartley ni avec le Colpitz sans fractionner l'inductance en deux parties, ce qui augmente les difficultés de réalisation.

Dans le montage à grille et plaque accordées, le circuit « tank » de plaque commande normalement la fréquence d'oscillation alors que celui de grille fonctionne principalement comme commande d'excitation déterminant la puissance et l'efficacité. Plus: l'accord du circuit grille n'est pas très critique et peut être négligé pour une bande de fréquence relativement considérable déterminée par le condensateur variable de plaque. Cette propriété suggère naturellement l'idée d'employer un accord fixe pour le circuit de grille et pour la bande de fréquence tout entière sur laquelle on désire travailler. Nous ignorons le nom de celui qui, le premier, eut cette idée, mais elle est bonne et cela suffit.

Un circuit adéquat permettra de travailler sur toute la bande des 3.500 K.C., la plus large de celles accordées aux amateurs, avec une efficacité pratiquement uniforme.

Plus faible sera la diminution du circuit d'accord grille, plus critique sera le réglage resectif. En conséquence pour un accord fixe du circuit de grille, il ne convient pas que la résistance soit faible, puisque nous désirons que l'accord de ce circuit soit suffisamment large pour que le système oscille dans une bande de fréquence. La capacité convenable pour l'accord est constituée par la capacité interne grille filament de la lampe à laquelle s'ajoute la capacité répartie de la self de grille et celle des différents autres éléments associés. Tout se réduit à faire une bobine de dimensions adéquates pour que l'accord soit obtenu dans la bande de fréquences sur laquelle on désire travailler. Ces inductances seront décrites plus loin.

Digitized by Google

Nous avons donc un émetteur « mono-control », mais il reste encore le problème de l'antenne, probablement le plus important, avec sa self de couplage, le ou les condensateurs d'accord et le moyen plus ou moins exact de déceler le courant haute fréquence. La solu-

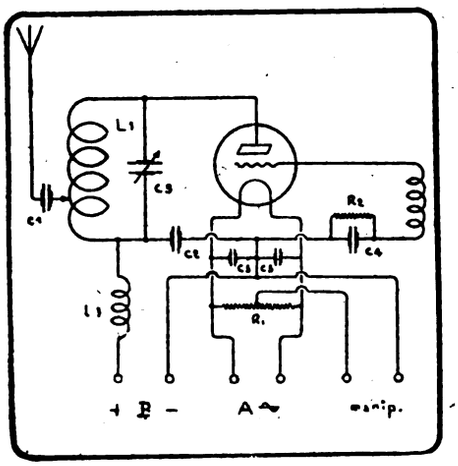


FIG. 1

tion réside à notre avis dans l'emploi d'une antenne Hertz avec ligne d'alimentation monofilaire. Cette antenne et cette alimentation éliminent les réglages mentionnés plus haut et présentent une bonne efficacité.

Réalisation de l'émetteur. — La fig. 1 donne le schéma théorique du circuit. La disposition de la fig. 2 montre que le montage peut être effectué avec des connexions extrêmement courtes.

Les valeurs sont les suivantes :

L. 1 Self plaque.
L. 2 Self grille.
L. 3 choc haute fréquence. On peut le constituer par un enroulement cylindrique de 5 cm. de long sur un tube isolant de 12 mm. de diamètre en fil 1/10.
C. 1 2/1000 diélectrique mica type réception.
C. 2 2/1000 diélectrique mica type réception si la tension de plaque n'excède pas 500 volts.
C. 3 5/1000 diélectrique mica type réception.
C. 4 0,25/1000 diélectrique mica type réception.
C. 5 0,5/1000 type réception.
R. 1 Résistance à prise médiane 75 à 100 ohms.
R. 2 Résistance de grille 10.000 ohms.

Les inductances de grille seront réalisées en fil 25/100 2 cc sur Ju tube d'ébonite de 25 mm. de diamètre et de 66 mm. de long. A défaut d'ébonite on peut aussi employer le carton, le bois ou tout autre isolant courant. L'enroulement sera protégé et les spires fixées par une couche de vernis au celluloïd, Duco ou de collodion. Deux petites équerres de bronze serviront à la fois pour le support et la connexion.

La base du montage sera une planche de bois de 335 mm. de long sur 255 de large. D'un côté seront montés deux isolateurs « G - R » n° 260 servant à la fixation de la bobine de plaque L. 1, ces isolateurs seront placés à 115 mm. l'un de l'autre. Le montage est très robuste et permet un changement facile des bobines, surtout si les écrous hexagonaux des supports sont remplacés par des écrous Papillon.

Les selfs de plaque seront réalisés en tube de cuivre de 12,7 mm. en utilisant un mandrin de 60 mm. de diamètre. La self pour le 3.500 K. C. sera à spires plus rapprochées de façon qu'une fois terminé l'écartement des trous aux spires extrêmes corresponde à celui des supports, sans exiger une torsion des extrémités. L'écartement entre spires sur les 7.000 K.C. est d'environ 4.7 millimètres et pour la self des 14.000 K. C. de 22 mm. Les inductances terminées seront polies, nettoyées à l'alcool et enfin vernies au Duco transparent très dilué afin d'empêcher une oxydation ou un ternissement du métal. Le condensateur d'accord C. 5 est fixé au moyen de petites équerres de bronze identiques à celles employées pour la self de grille. Les connexions entre condensateur et self seront assurées par du tube de cuivre car, dans un circuit « tank » elles doivent être de même section que le conducteur ayant servi à bobiner la self. Les lames mobiles de C. 5 seront connectées au filament.

Le condensateur de passage C. 2 sera disposé directement sur la base à côté de la capacité d'accord et derrière elle, ainsi que la self de choc haute fréquence L. 3. Les condensateurs de filament C. 3 sont montés sur le support de lampe et le condensateur shunté C. 4 - R. 2 sur la droite de la planche de base. Le condensateur d'antenne C. 1 sera prévu immédiatement derrière la self L. 1 et réuni à elle par un câble souple d'environ 20 cm. de long, terminé par un « clip » à ressort. La résistance à prise centrale R. 1 sera fixée directement sur les condensateurs de filament.

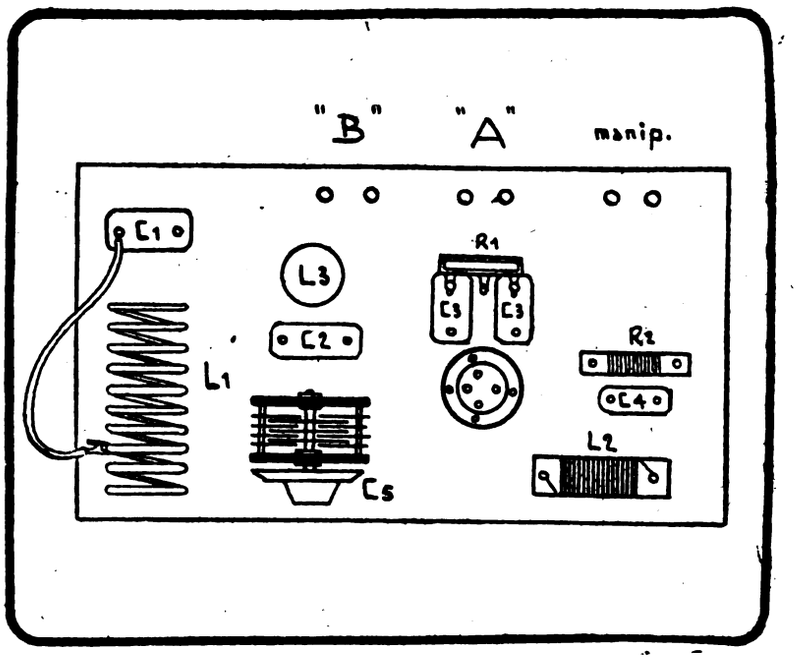


Fig. 2.

Toutes les connexions aboutissent à des connecteurs rapides dits « Fahnestock » placés à l'arrière de la planche de base sur une même ligne.

On trouvera ci-dessous les caractéristiques des selfs de plaque et

Digitized by Google

de grille pour les différentes bandes :

Bandes	Spires self plaque	Spires self grille
3.500	12	60
7.000	5	25
14.000	3	9

L'antenne. — L'aérien est la partie la plus importante de l'installation et ses caractéristiques doivent être calculées avec exactitude.

La table de la Fig. 3 facilite la détermination de la longueur convenable pour la fréquence choisie ainsi que la distance du centre où doit être connectée la ligne d'alimentation pour la bande des 3.500 K. C. Pour celle des 7.000 K. C. la fréquence sera multipliée par deux, et les chiffres indiqués divisés par ce même nombre. Pour la bande des 14.000 K. C. la fréquence sera multipliée par 4 et les dimensions divisées par 4.

ce que les harmoniques tombent dans les limites des bandes supérieures. Par exemple, pour les trois bandes la longueur sera comprise entre 132 et 135 1/5 pieds (40 mètres 26 et 41 mètres 24) puisque seuls les harmoniques de fréquences comprises entre 3.500 et 3.600 K.C. tombent dans les limites de la bande des 14.000 K.C.

De même si l'antenne doit être employée pour les 3.000 et 7.000 K. C. la longueur sera comprise entre 130 1/2 et 135 1/2 pieds (39,80 et 41,32 mètres), les harmoniques entre 3.500 et 3.650 tombant dans la bande des 7.000 K. C. Le point où la ligne d 'alimentation ou feeder doit être connecté à l'antenne demande à être déterminé avec précision, les chiffres du graphique de la fig. 3 seront observés scrupuleusement (1). La fréquence de l'onde de travail étant choisie (à gauche) on trace une ligne horizontale à partir de celle-ci. Les points d'intersection de cette ligne avec les courbes donneront la longueur de l'antenne ét la distance du centre de celle-ci où doit être connecté le feeder. Cette table

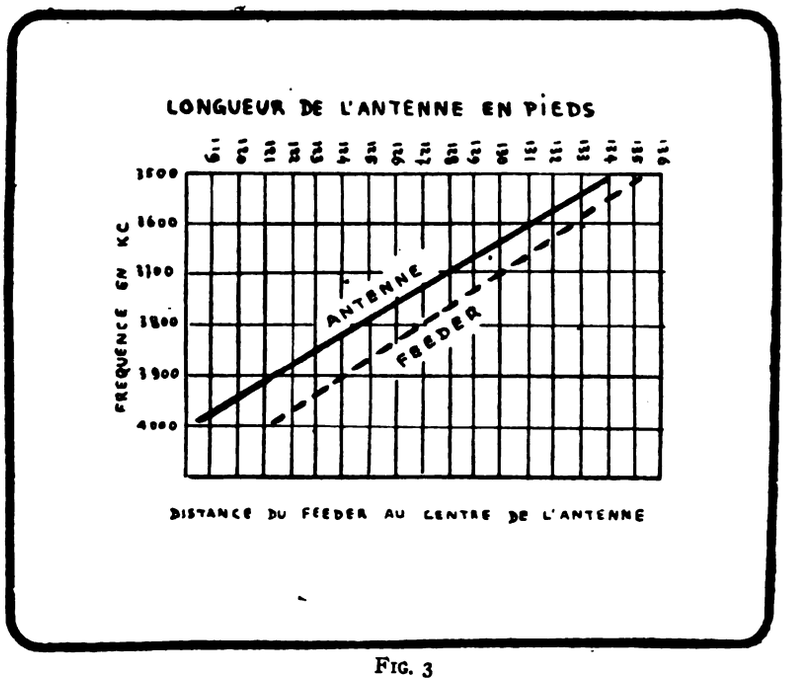


Fig. 3

Les dimensions étant données en pieds, la conversion en mètres sera opérée en se rappelant qu'un pied correspond sensiblement à 30,5 centimètres.

La même antenne peut être utilisée pour les trois bandes. La longueur doit être choisie de façon à étant établie en pieds, on multipliera les chiffres donnés par 0,305.

(1) Dans la fig. 3 tous les chiffres de la partie supérieure (longueur de l'antenne, 119 à 136 pieds) devront être décalés d'une division sur la gauche pour rectifier une erreur involontaire de dessin.

L'antenne et le feeder seront en fil de 16/10, de préférence émaillé, le feeder pourra avoir une longueur quelconque, celle-ci n'ayant aucune influence sur la λ propre de l'antenne. Bien qu'il soit recommandé de prévoir un aérien droit cette précaution peut être négligée lorsque l'espace fait défaut. On l'écartera autant que possible des masses environnantes. Antenne et feeder seront aussi tendus que possible pour éviter une instabilité sous l'influence du vent.

Réglages de l'accord. — L'emploi d'un ampèremètre thermique

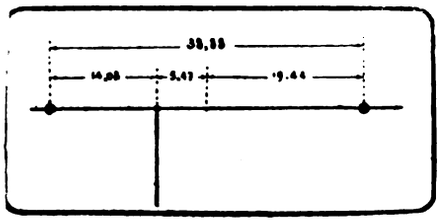


Fig. 4

d'antenne n'est pas rigoureusement indispensable, puisque l'intensité du courant plaque avec une lampe du type UX. 210 sous un « imput » usuel de 25 à 50 watts sera compris entre 50 et 100 M. A. Un milliampèremètre à cadre de 0 à 150 ou 200 M. A. sera plus utile. Si toutes les indications ont été observées pour les inductances de plaque et de grille comme on doit le faire, si on désire obtenir les résultats annoncés, l'intensité du courant de plaque sera normale lorsque les circuits seront accordés sur la λ propre de l'antenne.

Naturellement l'émetteur oscillera sur une bande assez large de fréquences donnée, mais le maximum d'énergie et d'efficacité sera obtenu sur la λ de l'antenne, la longueur de celle-ci détermine la fréquence de l'émetteur de façon si exacte que si elle est établie correctement, il est à peu près impossible de s'écarter du réglage même sans utiliser un ondemètre. Toutefois l'emploi de ce circuit est fortement recommandé comme avec n'importe quel type d'émetteur.

Il convient par conséquent de régler le circuit oscillant sur la fréquence propre de l'antenne et pour cela il suffit d'une simple ampoule de lampe de poche montée en série

Digitized by Google

dans un cercle métallique (résonateur de Hertz). Le processus est le suivant:

L'antenne étant débranchée de la self de plaque, le manipulateur est court-circuité et le cercle approché de l'extrémité antérieure de la self L. 1 (côté plaque). Le condensateur C. 5 étant placé aux 4/5 de sa course environ, sur la bande des 3.500 K. C. (avec les caractéristiques indiquées pour les selfs et le condensateur C. 5), le centre de la bande des 3.500 K. C. correspondra approximativement à 85°, ceux des 7.000 K. C. et 14.000 K. C. à 75 et 45 respectivement, naturellement avec les selfs correspondant à ces bandes. Le condensateur C. 5 est d'un type à variation linéaire **de capacité.**

La petite ampoule devra s'allumer lorsque le cercle sera tenu à une certaine distance de L. 1. Son filament brillera plus ou moins lorsqu'on manœuvrera C. 5.

Le « clip » d'antenne sera alors branché sur la self de plaque à la 4 ou 5e spire en partant du filament, le cercle étant approché de L. 1 à 7 ou 10 cm., on manœuvrera C. 5 de 50 à 100° de son cadran. Au fur et à mesure que la capacité augmentera, l'éclat de la lampe diminuera jusqu'à extinction. La rotation de C. 5 continuant, l'ampoule s'allumera et brillera à nouveau de plus en plus. **Le point où la lampe de poche cesse d'éclairer correspond à l'accord des deux circuits plaque et grille.** Le clip sera ensuite déplacé spire par spire vers le filament en retouchant chaque fois C. 5 pour obtenir l'extinction de l'ampoule, celle-ci se produira à peu d'écart près sur la même position de C. 5 mais à mesure que le clip sera poussé du côté du filament, il sera de moins en moins accusé. On continuera jusqu'à ce que l'extinction soit à peine constatée puis on reviendra en arrière **d'une spire,** on réglera une dernière fois C. 5 en le laissant sur un point pour lequel la capacité soit légèrement inférieure à celle qui correspond à l'extinction de la lampe, car le réglage exact du condensateur C. 5 a une influence très marquée sur le « tone » de la note émise. C. 5 sera « désaccordé » juste pour améliorer la stabilité et la note.

Les réglages sur les 7.000 et les 14.000 K.C. s'opéreront de la même façon sauf que la position de la self d'antenne sera déterminée à une fraction de spire près.

Le nombre de spires de « couplage » variera peu, selon la fréquence employée et si l'antenne travaille sur sa fondamentale ou ses harmoniques. En général il suffit de 3 spires pour la bande des 3.500 K. C., une pour celle des 7.000 K. C. et 1/4 à 1/2 pour celle des 14.000 K. C.

L'émetteur décrit, mis au point comme il vient d'être indiqué, donnera d'aussi bons résultats qu'un circuit comportant un grand nombre de réglages.

Conseils aux débutants. — Bien des amateurs débutants négligent la construction d'un circuit de mesure — ondemètre ou fréquencemètre — pour chercher à obtenir d'abord des résultats : ils ne font que retarder leur venue et perdent du temps ; ils travaillent pendant des mois et quelquefois des années tant bien que mal, sans s'en rendre compte. Nous allons tâcher d'éclairer leur route en négligeant l'emploi de l'ondemètre, pourtant si utile.

En premier lieu, la bande de fréquence sur laquelle un débutant doit faire ses premiers essais est sans aucun doute celle des 3.500 à 4.000 K. C. Les possibilités de records sur celle des 7.000 et des 14.000 K. C. pourront peut-être être vantées par quelque ami, amateur plus expérimenté, mais qui omettra de signaler l'insécurité des transmissions et l'encombrement qui existe sur les 7.000 K. C. En outre, la bande des 3.500 K. C. présente l'avantage énorme pour le débutant de faciliter les réglages dans une grande proportion et de permettre des QSOs très confortables à faibles distances. C'est une bande idéale pour « apprendre » à « travailler » et pour se perfectionner dans la pratique du Morse.

Un bon moyen d'acquérir l'expérience nécessaire consiste à monter un circuit comme celui qui vient d'être décrit en prévoyant des selfs de plaque et de grille pour les 3.500 K. C., et une UX. 210 avec 500 volts de courant à la plaque. Si on ne peut disposer de ce voltage normal dès le début on peut réduire la tension jusqu'à 180 volts environ et même se contenter d'un tube moins puissant tel que le UX. 201 A, avec des résultats presque aussi bons.

D'autres types de lampes peuvent aussi être utilisés qui ne nécessitent d'autres changements que de modifier légèrement le nombre de spires de la self de grille pour compenser la différence des capacités grille-filament d'un type à un autre.

L'antenne aura 127 1/2 pieds (38,88 mètres) de long. Il semble que bien des amateurs confondent les buts respectifs de l'antenne et de la ligne d'alimentation ou feeder. La première a pour objet de radier l'énergie qui lui est envoyée, la seconde de transmettre l'énergie à l'antenne sans prendre part au rayonnement. Nous avons vu que la longueur de l'antenne était déterminée aussi exactement que possible par la λ sur laquelle elle est appelée à rayonner, la ligne d'alimentation, si elle doit être connectée à la précédente à un point défini, peut avoir une longueur quelconque, toutefois il y a avantage à ce qu'elle soit aussi courte et aussi directe que possible.

Le feeder de l'antenne 127 1/2 pieds (38,88 mètres) sera soudé à l'aérien à un point situé à 19.9 pieds (5,41 mètres) du centre ou, pour faciliter la mesure exactement à 46 pieds (14,03 mètres) d'une extrémité (fig. 4). La λ propre de ce système sera de 3.750 K. C. De cette façon, même si l'amateur n'utilise pas d'ondemètre, il lui sera impossible — sauf intention bien déterminée — de transmettre en dehors de la bande s'il opère le réglage au moyen du résonateur de Hertz.

Si le récepteur peut couvrir la bande des 1.750 K. C. on peut voir comment « sonne » l'émetteur en écoutant sur harmonique sur cette bande. L'information obtenue sur la pureté de la note, la stabilité de l'onde ont plus d'intérêt que les « reports » de bien d'autres stations, car ceux-ci sont très souvent faussés par le désir du correspondant d'être agréable à l'amateur débutant ou au contraire... de sembler plus averti que lui.

Jorge GRAMMER

Traduit et adapté par : André Planès-Py (Q S T Américain, Sept. 29. Pages 19 à 22).

Digitized by Google

Compte rendu annuel des Comités techniques de l'American Institute of Electrical Engineers

Résumé des textes parus dans les Numéros d'Août et de Septembre du journal of the A. I. E. E.

Traduit et adapté de l'anglais par Serge Philippe.

Nous n'avons pas le droit de nous désintéresser de ce qui se passe à l'étranger. On trouvera ci-dessous un résumé du compte rendu annuel de l'A. I. E. E., traitant de toutes les questions relatives à l'électricité et à leur développement ainsi que l'angle sous lequel l'avenir y est envisagé. On ne pourra pas manquer d'être frappé par l'extrême généralité de ce compte rendu. Nous aurons sous peu l'occasion du publierun mémoire semblable relatif à la France.

L'AMERICAN Institute of Electrical Engineers qui groupe une élite de techniciens et de savants publie chaque année dans sa revue mensuelle un compte rendu général des travaux qui ont été soumis à l'Assemblée Générale d'été.

Nous croyons intéressant pour nos lecteurs, de leur donner dans cette Revue un résumé des travaux présentés et une analyse succincte des résultats enregistrés.

L'assemblée générale d'été s'est tenue cette année le 25 juin à Toronto. Le plan adopté pour ce résumé est celui du journal *Of the A. I. E. E.*

I. *Transport de l'énergie.*

Il ressort des nombreuses expériences faites sous le contrôle du Comité et des constatations qui ont eu lieu à la suite d'orages atmosphériques qu'il y a intérêt à diminuer la résistance des poteaux métalliques en les prolongeant par des croisillons métalliques souterrains, que la porcelaine poreuse telle qu'elle est produite actuellement donne entière satisfaction et ne perd rien de ses qualités en vieillissant.

La nécessité d'accroître l'instantanéité des coupes-circuits a amené la création d'un système ayant une inertie diminuée de moitié ou des deux tiers, ainsi que de relais automatiques à grande vitesse.

La question de l'isolement des câbles a été très étudiée, en particulier l'emploi des câbles remplis d'huile s'est considérablement développé et donne entière satisfaction. Les câbles à isolement en papier imprégné sont employés pour des transports de force souterrains et sous-marins sous de hauts voltages, un examen attentif de leur fonctionnement ne les a pas encore trouvés en défaut.

II. *Dispositifs protecteurs.*

L'étude approfondie des interrupteurs à huile a permis de réaliser des dispositifs presque instantanés.

Les mécanismes commutateurs à revêtement métallique continuent à donner satisfaction dans les endroits où ils sont employés, leur emploi se généralise.

Les travaux sur les parafoudres ont été poursuivis et avancés, grâce à de nombreux oscillogrammes de décharges atmosphériques enregistrés pendant la période d'orages de 1929. Il a été constaté que les transformateurs où les fruits des expériences des toutes dernières années assuraient dans une même région une continuité de fonctionnement très largement supérieure à celle donnée par les transformateurs existant depuis 15 à 20 ans et n'ayant pas subi de modifications quant à leurs dispositifs de protection.

III. *Soudure à l'arc électrique.*

Le nombre de constructions métalliques où la soudure à l'arc électrique a remplacé le rivetage s'accroît tous les jours. A signaler parmi les applications de ce procédé les parquets métalliques, les conduites métalliques. Les machines outils dont les pièces sont soudées électriquement ont montré une plus grande capacité de travail tout en étant d'un prix de revient moins élevé que les machines en pièces moulées. Plusieurs bateaux ont été construits avec ce procédé. Les essais et vérifications de la résistance des ouvrages construits d'après ce procédé d'assemblage sont très étudiés et se font, soit à l'aide des rayons X au stethoscope ou de deux procédés électro-magnétiques utilisant, l'un les propriétés du courant alternatif, l'autre celles du courant continu.

IV. *Propulsion des bateaux.*

Une dizaine de navires en construction doivent être équipés avec un système de propulsion entièrement électrique. Cinq autres sont déjà en service.

V. *Stations automatiques.*

Ce comité a étudié particulièrement le contrôle automatique des redresseurs et les systèmes de contrôle à distance, dispositifs de transmission d'appareils indicateurs.

En outre, des travaux ont été présentés sur :

la ventilation des stations automatiques ;

la manière d'établir rationnellement le plan d'une station automatique (dont le plan est donné tout au long dans le compte rendu) ;

l'entretien des stations automatiques, personnel à employer, opérations qu'il doit accomplir.

Digitized by Google

VI. *Génération de l'énergie électrique.*

Au lieu de présenter un travail d'ensemble sur la question, le Comité estimant que la génération de l'énergie devait être étudiée sur une période de deux ou trois ans a présenté quatre communications ayant trait à des exemples caractéristiques.

a) La station de l'East River de la New-York Edison Company où tous les organes principaux sont constitués par des appareils modernes américains ;

b) Un nouveau système pour le contrôle de la vitesse des moteurs à courant alternatif ;

c) Procédés hydro-électriques employés en Europe Centrale.

Cette étude a pour but de montrer les différences entre les procédés employés aux Etats-Unis et ceux appliqués dans l'Ancien Continent ;

d) Possibilités hydro-électriques des roues hydrauliques à pales variables.

VII. *Les applications de l'énergie électrique.*

La partie du compte rendu dévolue à ce comité est entièrement importante bien qu'elle débute par l'avertissement suivant : « Il ne faut point s'attendre à une revue de toutes les branches de l'activité humaine où l'énergie électrique est employée ».Le lecteur verra que s'il y a des questions laissées dans l'ombre, nombreuses sont celles qui y sont énumérées.

a) *Equipements du matériel flottant.*

L'année 1929 fut marquée par une grande activité dans cette branche. La propulsion électrique est achevée ou en voie d'achèvement pour 6 unités d'un déplacement d'environ 10.000 t. chacune la force motrice nominale étant d'environ 20.000 H.P. 17 navires plus petits sont en construction tant pour le compte de l'Etat que pour des particuliers. Une Compagnie possède 3 navires dont la puissance atteint pour le dernier 8.500 H.P.-4.000 volts fournis par 2 tubes générateurs de 6.600 kw.-2.880 tours par minute actionnant des hélices tournant à 120 tours.

Le Diesel-électric se développe particulièrement pour les bateaux-citernes qui circulent sur les lacs et les fleuves, où le moteur à huile diminue les dangers d'incendie et où la conduite électrique a une souplesse indispensable.

Certains bateaux spéciaux pour la navigation dans les eaux peu profondes ont été munis d'un système de chenilles à palettes verticales qui modifieront bientôt l'aspect du paysage en faisant disparaître les vieux bateaux à roues.

b) *Chemins de fer électriques.*

Les tramways électriques pour pouvoir lutter victorieusement avec les autobus ont subi de grandes modifications tant dans le châssis, emploi de l'aluminium, que dans la suspension et les organes moteurs. La suppression du vacarme inhérent à ce moyen de transport a été poursuivie pendant que de grandes facilités de commande du moteur étaient procurées au mécanicien, les 2 systèmes de frein étant actionnés par des pédales, les mains n'agissant plus que sur les manettes modifiant la menée du moteur. Les cars Diesel-électriques ont fait leur apparition et leur faible consommation d'huile au km est un garant de leur succès. Des exemplaires de locomotives à 3 énergies ont été mises en service avec succès, elles fonctionnent sur accus, avec trolley et avec moteur à huile.

Les redresseurs statiques se sont multipliés pour l'alimentation des lignes électriques.

L'électrification des chemins de fer a reçu une nouvelle impulsion en 1929. Une seule compagnie a mis en service 22 locomotives de 2.900 H.P. Des essais de communication par radio entre locomotive et dernier fourgon des trains de marchandises ont été couronnés de succès. La radio a été appliquée au dispatching et à certains dispositifs de protection.

Aciéries.

L'industrie du fer et de l'acier a manifesté en 1929 une activité prodigieuse et en augmentation par rapport à l'année précédente. Ceci est dû pour une grande part au développement des applications de l'énergie électrique dans les différentes usines. Parmi celles-ci, nous citerons l'emploi de moteurs séparés pour actionner les rouleaux inférieurs et supérieurs des laminoirs. Moteurs synchrones de 5.000 HP de l'Illinois Steel Company pour le laminage des lopins 54 pouces.

Les plus grands moteurs dans ce genre d'industrie, en service sont les 2 moteurs synchrones de la Columbia Steel Company: 5.000 HP, 82 tours par minute, 230 volts et 25 pieds de diamètre. A signaler également l'emploi d'un moteur reversible de 1.200 HP pour actionner une presse dont la force est de 750 tonnes.

Des moteurs à cage d'écureuil ont été employés avec succès pour la manipulation des fours et des lingots en fusion.

Enfin bien que ce soit de cuivre qu'il s'agit, une câblerie a disposé pour l'enroulement des câbles de cuivre un système de 7 moteurs à vitesse variable, permettant un débit simultané de 2 fils de cuivre à la vitesse de 3.500 pieds à la minute.

Papeteries.

L'industrie du papier a trouvé des avantages sérieux dans l'utilisation de moteurs séparés pour les calendreuses et pour les dévidoirs, ce qui donne en particulier un enroulement meilleur du papier pour le tirage des journaux.

Cimenteries.

L'industrie du ciment a traversé l'an dernier une crise du fait de la plus grande productivité des usines. On en a profité pour étudier certaines méthodes destinées à pallier en une certaine mesure au manque à gagner. Des contrats ont même été passés entre des cimenteries et les producteurs locaux du courant électrique, de manière à fournir l'énergie supplémentaire nécessaire pendant les heures de pointe par la récupération de la chaleur en excès et jusqu'ici inutilisée des fours à ciment. On a pu récupérer ainsi des quantités de kilowatts.

Parallèlement, l'emploi de téléfériques et de bennes électriques dans les carrières s'est considérablement développé.

Caoutchouc.

Dans l'industrie du caoutchouc, il n'y a lieu de mentionner que la généralisation de l'emploi de transporteurs électriques à grande capacité et à contrôle automatique.

Mines.

Les tendances constatées en 1928 se sont affirmées en 1929, l'électricité pénètre de plus en plus dans ce domaine. Dans les mines à ciel ouvert, nombreuses sont les pelles électriques qui enlèvent à chaque fois 15 ou 20 mètres cubes. Leur poids atteint 1.800 tonnes, elles sont actionnées par des moteurs développant 4.500 HP qui leur font effectuer une fouille en un peu moins d'une minute.

A côté de ces géants il faut faire mention de locomotives électriques qui ne dépassent pas 65 cm. de hauteur, pèsent 6 tonnes et marchent à 4 miles à l'heure actionnées par un moteur de 56 HP.

Parmi les nouveaux treuils électriques un des plus puissants actionné par un moteur de 3.200 HP, 600 volts remonte les bennes de charbon d'une profondeur de 750 mètres en 1 minute.

Pétroles.

L'électricité s'est révélée une auxiliaire indispensable de l'industrie pétrolière. Le pompage et le forage électriques se sont répandus dans beaucoup d'exploitations en 1929. Des moteurs de 300 HP permettent des forages jusqu'à des nappes situées à 7 ou 8.000 pieds

Digitized by Google

au-dessous du niveau du sol. On étudie des moteurs plus puissants pour augmenter la profondeur des forages au delà de ces distances.

Dans l'industrie qui traite les huiles de pétrole, des dispositifs de protection des moteurs pour éviter les risques d'incendies sont en fonctions et donnent entière satisfaction.

Constructions métalliques.

Les constructions métalliques continuent à se développer sur une grande échelle, grâce à l'adoption par un grand nombre de législations d'Etats de la soudure électrique comme procédé d'assemblage des charpentes métalliques.Ce procédé est employé avec succès également pour les constructions de voûtes souterraines, de conduites à liquides ou gaz sous pression.

Quatre-vingt-dix % des avions fabriqués aux U. S. A. sont assemblés par soudure à l'arc électrique.

Electro-métallurgie.

L'emploi des fours électriques à arc triphasé s'est considérablement développé en 1929. La tendance actuelle va vers un voltage de 250 volts. L'emploi de plus en plus généralisé des alliages d'acier a multiplié les fours électriques. Ils sont de modèles, de capacité et de rendement très divers.

Le plus grand four en service dans l'aciérie a une capacité de 80 tonnes et possède deux jeux d'électrodes actionnés chacun par un transformateur de 10.000 kw.-a.

Pour l'émaillage de conducteurs, on a installé deux systèmes de four recouvrant de cinq enduits successifs des fils de 3 à 18 millimètres. L'industrie des fils de cuivre recuits a des fours qui produisent 3 tonnes par 24 heures avec une économie de 10 à 15 kg. par kwh.

Appareils de contrôle automatique.

Les différents dispositifs électriques de contrôle automatique ont été très sérieusement développés.

On a pu faire fonctionner des ascenseurs à une allure vertigineuse tout en augmentant la sécurité.

Les interrupteurs Deine qui jusqu'ici étaient réservés pour les très hauts voltages ont été employés pour des circuits industriels à 4 et 600 volts. A signaler encore l'embrayage magnétique Duplex.

Industrie textile.

A signaler l'emploi de plus en plus grand de petits moteurs à courant alternatif dans les diverses branches de cette industrie. On cherche de plus en plus à réduire l'encombrement de ces moteurs et à accroître leur souplesse. Tendance également à augmenter le nombre des petits moteurs individuels.

COMITÉ DES COMMUNICATIONS ÉLECTRIQUES

Téléphone.

L'usage du téléphone a crû considérablement en 1929. En fin d'année on comptait 20.320.000 appareils en service et une moyenne de 3.520.000 communications journalières sur les lignes du service public. L'attention des dirigeants a été portée très particulièrement sur le choix et l'éducation professionnelle et technique du personnel d'exécution. En 1929, 5.000 miles de nouveaux câbles ont été finis, ce qui porte à 20.000 miles la longueur des câbles de l'U. S. A.

Actuellement 75 % du circuit téléphonique est en câbles à 300 circuits, avec boîtes de coupure tous les miles et répétiteurs tous les 50 miles pour les câbles de grande communication.

Ces câbles sont, soit aériens,soit souterrains ; dans ce dernier cas on a employé pour la pose des machines à creuser et à remblayer.

Un dévidoir tous terrains donnant une vitesse de 10 miles à l'heure à été substitué à l'ancien système à chenilles qui ne se déplaçait qu'à deux miles à l'heure.

Le système automatique a accru en 1929 son exploitation. 21 % du nombre total des appareils sont de ce type.

Radio-téléphonie.

Le trafic transocéanique téléphonique s'est formidablement accru pendant les dernières années. Actuellement 87 % des téléphones du monde peuvent être reliés entre eux grâce à l'utilisation conjuguée du câble et des ondes. Actuellement 4 circuits dont un pour ondes longues permet la communication des continents avec les U. S. A.

Le service téléphonique entre la côte et les paquebots a été réalisé et pourra être généralisé dès que les navires auront tous reçu les installations nécessaires.

De nombreuses expériences de téléphonie bi-latérale ont été réalisées pour les communications avion-terre. Ces tentatives concluantes ont amené les différentes compagnies de transports aériens à équiper avec ce système leurs appareils, ce qui permet aux passagers d'entrer en communication avec un abonné quelconque des U. S. A. ou même de certains pays d'Europe.

Un service commercial de radio-télégraphie fonctionne régulièrement entre New-York et Lima.

Téléphones enregistreurs.

Le nombre de ces appareils s'est accru de 7.000 unités, soit un accroissement de 140 % pour l'année.

Télévision.

De grands progrès ont été enregistrés en 1929 en télévision par fil et par radio. Des expériences de télévision en couleur ont eu lieu par fil avec succès en utilisant des cellules photo-électriques d'un modèle spécial des tubes à l'argon et des systèmes mécaniques nouveaux. Les images mouvantes ont été transmises en couleur aussi bien que des objets inertes.

Films sonores.

La réalisation des films sonores est entrée dans la période des derniers perfectionnements.

Electro-Physique.

Le rapport de ce comité contient une longue énumération des ouvrages parus en 1929 tant aux Etats-Unis que dans le reste du monde sur les différentes questions suivantes :

Diélectriques, Magnétisme, Conductibilité des corps solides, Cellules photo-électriques, Electrons, Décharges à travers les gaz, Lampes à vide, Théorie électro-magnétique.

MACHINES ÉLECTRIQUES

Transformateurs.

Généralisation de l'équipement spécial permettant de changer le rapport de transformation sans arrêter le fonctionnement de l'appareil. Cet équipement comporte un mécanisme très précis permettant, soit 9 soit 11 combinaisons différentes.

De nombreux transformateurs comportent 2 secondaires ayant une réactance élevée l'un par rapport à l'autre.

Tendance très marquée vers les appareils de plus en plus puissants, corollaire de l'augmentation de puissance des redresseurs à arc de mercure.

Générateurs.

Plus de 30 générateurs hydrauliques de 25.000 à 77.000 k.-w.-a. ont été mis en service dont l'un tourne à 500 tours.

Les générateurs à vapeur mis en service en 1929 sont puissants, le plus grand produit 160.000 k.-w.-a. et tourne à 1.500 tours. Tendance à utiliser une formule verticale pour diminuer l'encombrement, dans ce genre, les plus puissants sont deux appareils installés chez Ford, tournant à 1.800 tours avec une capacité de 125.000 k.w.-a.

L'utilisation des moteurs synchrones s'est considérablement développée, particulièrement pour les moteurs à grande vitesse.

Digitized by Google

REDRESSEURS EXISTANTS AU 31 DECEMBRE 1928

Année de mise en service	De 500 kw et au-dessous	De 500 kw à 1000 kw incl.	De 1000 kw à 150 0 kw	De plus de 1500 kw	TOTAL
1924	1				1
1925	1	2	1		4
1926	2	4	3	2	11
1927	5	9	7		26
1928	5	11	2		18

soit un total de 60 appareils dont 30 automatiques, d'une capacité de 54.000 kw.

REDRESSEURS CONSTRUITS OU EN VOIE D'ACHEVEMENT AU 31 DECEMBRE 1929

Nombre	Jusqu'à 750	Au-dessous de 750 et y compris 1500 kw	De 1600 kw à 3000 kw inclus	Plus de 3000 kw	TOTAL
	11	23	38	6	78

Moteurs à induction.

A signaler le développement de l'emploi de moteurs de très petit modèle.

Redresseurs statiques à arc de mercure.

Ce genre d'appareils a vu en 1929 un accroissement considérable dont on se rendra compte à la lecture des 2 tableaux ci-contre qui donnent les existants au 31-12-28 d'une part et les constructions de 1929 d'autre part.

78 appareils nouveaux établis en 1929 d'une capacité totale de 180.000 kw., dont 35 automatiques (principalement les petites et moyennes capacités).

Ces quelques chiffres montrent l'importance prise aux U. S. A. par les redresseurs statiques utilisés en propriété par les Compagnies de Tramways.

Tel est en quelques mots le résumé du compte rendu annuel pour 1929 de l'A. I. E. E., qui comporte au total plus de 60 pages et une quarantaine d'illustrations.

S. PHILIPPE.

Pour entendre les émissions sur ondes courtes

Suite du tableau paru dans le n° 80, page 37

o o o o o o o o

Heures rapportées à l'heure légale	Indicatif	Emplacement de la Station émettrice	Longueur d'onde	Kilocycles	Jours d'émission pour les postes non quotidiens
	F8KR	Constantine, Algérie	80 m.	3750	Lundi et Vendredi
12 h. — 13 h.	RFN	Moscou, U. R. S. S.	50 m.	6000	Mardi, Jeudi, Samedi
8 h. — 9 h. —	EAJ25	Barcelone, Espagne	50 m.	6000	Samedi
0 h. — 5 h.	W2XAL	New-York, U. S. A.	49 m. 67	6040	Mardi, Mercr. Vendr., Samedi
10 h. — 12 h.	UOR2	Vienne, Autriche	49 m. 40	6072	Mardi, Jeudi, Samedi
11 h. 45 — 17 h. 21 h. — 5 h.	VE9GW	Toronto, Canada	49 m. 22	6095	
8 h. — 15 h.	KZRM	Manille, Philippines	48 m. 80	6147	Sauf Lundi
22 h. — 1 h.	CT3AG	Funchal, Madère	47 m.	6382	Jeudi et Samedi
13 h. — 16 h. 19 h. — 21 h.	HS4PJ	Bangkok, Siam	37 m. 02	8100	Mardi et Vendredi
A partir 19 h.	OXY	Lingby, Danemark	31 m. 50	9520	
14 h. 30 — 15 h. 30	NRH	Hérédia, Costa-Rica	30 m. 88	9715	
11 h. 30 — 13 h. 30	CJRX	Winnipeg, Canada	25 m. 60	11718	Sauf Dimanche
16 h. — 17 h.	XDA	San-Lazaro, Mexique	16 m. 00	18750	
14 h. — 18 h. —	LSG	Monte-Grande, Argentine	15 m. 02	19950	
18 h. — 20 h.	FZS	Saïgon, Indo-Chine	16 m. 38	18310	Dimanche

Digitized by Google

A L'ETRANGER

Expositions et Salons en Europe Centrale

par S. PHILIPPE

o o o o o o

On lira, d'autre part, le compte rendu du Salon international de Paris.
Il nous a paru indispensable de tenir nos lecteurs au courant de ce que l'étranger faisait dans le même sens que nous.
On trouvera ci-dessous une analyse des Salons de Berlin et Vienne; les faits saillants sont mis en lumière et le lecteur comparera lui-même.

L'HEURE de l'Europe Centrale est en avance de soixante minutes sur l'heure de l'Europe Occidentale; les salons de T.S.F. des pays de langue allemande ont précédé cette année ceux de France et d'Angleterre. Telle est la constatation que l'on fait lorsque l'on suit régulièrement les événements touchant à la Radio ici et ailleurs.

Dans la dernière semaine d'Août s'est ouverte à Berlin la 7e Exposition de T. S. F. Grandiosement installée dans 6 halls spacieux, disposés régulièrement autour de la «Funktuem» de Witzleben, elle réunissait environ 350 stands. En dehors des stands des constructeurs d'appareils radios et d'accessoires, les machines parlantes étaient largement représentées, la Télévision avait les honneurs du stand du Ministère des Postes et la Presse technique disposant d'un espace considérable et bien aménagé permettait aux visiteurs de se documenter à l'envi.

Chez les constructeurs d'appareils et d'accessoires pas de nouveauté sensationnelle, la caractéristique est la même qu'en 1929 : le poste secteur. Les efforts se sont portés sur le fini de la technique et l'allure de la présentation extérieure. Majorité de postes à 3 lampes, de manipulation facile pour mettre ces appareils, toujours un peu mystérieux, à la portée des profanes. Dans presque tous les stands on trouvait d'ailleurs des postes pour toutes les bourses depuis l'appareil très bon marché pour les amateurs habitant à proximité des postes émetteurs et qui sont réduits aux éléments minimum jusqu'aux appareils de grand luxe, chefs-d'œuvre de technique et d'ébénisterie.

Une place encore suffisante était faite aux postes à batterie de piles ou d'accumulateurs car l'électricité n'a pas encore penché partout, même en Allemagne et les amateurs de portatifs sont nombreux outre-Rhin où la pratique du week-end est entrée dans les mœurs non par snobisme mais par amour du sport et de la nature et l'on rencontre souvent là-bas des touristes arrêtés écoutant les dernières nouvelles ou dansant aux sons des orchestres de Francfort ou de Konigswusterhausen.

Quelques appareils pour ondes courtes étaient également présentés.

Les haut-parleurs étaient presque tous électrodynamiques, . seuls les appareils bon marché étaient présentés avec des haut-parleurs électromagnétiques.

Dans le quartier des machines parlantes le disque est roi. C'est dire que presque tous les stands sont des salles d'audition fermée. La majorité des appareils présentés sont à deux fins, phono et radio, ainsi que beaucoup de valises week-end Les disques flexibles sont nombreux, leur apparition a entraîné des modifications dans la fabrication des aiguilles. Certains appareils sont disposés pour l'enregistrement, soit de la voix, soit même des réceptions de radio. Une exposition historique de la technique des machines parlantes complétait cette section.

Le clou de l'exposition de Berlin fut, à n'en pas douter, les nombreuses démonstrations de Télévision faites avec les différents systèmes allemands, sous les auspices du Ministère des Postes qui envisage à bref délai l'organisation d'émissions régulières avec ondes de 80 m. (Dans son N° 37 *Radio-Welt* donne un compte-rendu technique très complet de ces démonstrations).

Il serait injuste de terminer ce court résumé de l'exposition allemande sans signaler le gros effort de la Reichsrundfunkgesellchaft dans sa guerre contre les bruits parasites. Elle disposait d'un très vaste stand où tous les parasites étaient étudiés et les moyens de les éliminer par des dispositifs simples et ingénieux.

La foire exposition de Vienne s'est tenue quelque temps après celle de Berlin, elle avait un caractère international, exposants allemands, anglais et américains y étaient représentés. Sans avoir l'envergure de l'exposition de Berlin on y retrouvait les mêmes caractères généraux, la Télévision système «Barid» voisinait avec le système «Telekor».

La Suisse avec ses deux foires simultanées de Zurich et de Lausanne a clos le cycle des expositions pré-automnales. Ces deux manifestations annuelles ont pour but de présenter au début de la saison les différentes nouveautés arrivées chez les représentants des industries étrangères, la Suisse n'ayant, pour ainsi dire, pas d'industrie nationale radio-électrique.

Et maintenant que nous réserve le 7e Salon de Paris?

S. PHILIPPE.

Digitized by Google

A TRAVERS LA PRESSE ÉTRANGÈRE

AUTRICHE

RADIO-REVUE. N° 5. Mai 1930

La Télévision électrique. — Par J. Sliskovic

L'auteur en se basant sur les récents progrès techniques réalisés en quelques années dans la réalisation des films parlants prédit une époque proche où la télévision entrera dans le domaine public et cessera d'être uniquement le privilège d'un petit nombre d'ingénieurs et d'amateurs

Il estime faire œuvre utile en donnant les principes des appareils employés et il donne la description d'appareils, qu'il a réalisés lui-même et qui lui ont donné satisfaction.

RADIO-THEATRE ET RADIO-SPORT, par Funk Ellis.

L'auteur en un court exposé indique un mouvement qui se produit en Angleterre pour la création de pièces de théâtre destinées spécialement à la diffusion radiophonique et dans lesquelles les auteurs devront tenir compte de certaines conditions techniques.

Pour les sports il indique qu'en Angleterre on confie le rôle de « speaker » pour indiquer devant le microphone les phases d'un match ou d'une course à des personnes possédant des qualités techniques sportives plus que des qualités radiophoniques. Voilà un nouveau débouché pour les champions ayant quitté le sport actif.

FLEKHOTECHNIK UND MASCHINEN BAN. N° 20.

Ce numéro est entièrement consacré à l'étude de la situation actuelle de l'Europe Centrale au point de vue production et emploi de l'énergie électrique. La situation de la Yougoslavie y est étudiée en détail, la Bulgarie, la Roumanie, la Grèce et la Turquie d'Europe donnent lieu à des articles intéressants. Le but de cette étud eest de montrer que si depuis la fin de la guerre de gros efforts ont été réalisés dans ces contrées pour la création de centrales électriques, il y a encore place pour en créer de nouvelles dans ces pays relativement encore neufs en particulier pour l'électrification des campagnes.

En outre, dans ces différents pays, la matière première existe à profusion ; lignite, chutes d'eau, huiles minérales. En dehors de ces considérations générales un certain nombre d'installations d'usines de production d'énergie électrique sont abondamment décrites.

« RADIO-WELT ».

Dans le n° 22 du 7 juin nous relevons un article intéressant décrivant un « microphone de larynx » permettant la transmission au milieu de bruits qui eux ne sont pas transmis. Les vibrations sont transmises par le larynx contre lequel le micro est appliqué, une enveloppe isolante contre les bruits parasistes est constituée par un casque prolongé par des épaulières. Au microphone est adjoint un casque à écouteurs permettant au speaker de rester en relation avec l'extérieur sans être non plus troublé par les bruits extérieurs. Cet appareil peut aussi bien être utilisé pour les transmissions radiophoniques que pour les communications téléphoniques.

Postes récepteurs pour automobiles.

Le succès obtenu en Amérique par certaines firmes automobiles, comme la *Chrysler,* qui sortent leurs nouveaux modèles équipés avec réception à bord incite lse amateurs possesseurs de voitures à installer un récepteur à bord. Ceci est facile à réaliser et ne crée pas d'encombrement dans la voiture.

L'appareil lui-même peut s'installer sous le tableau de bord, la batterie de démarrage peut être employée pour le chauffage, le châssis sert de contre-poids et l'antenne est constituée soit par quelques fils placés sur le toit de la voiture soit par une courte antenne à plusieurs brins allant du radiateur au haut du pare-brise.

L'auteur après ces considérations générales donne un schéma d'une installation réalisable par tous les amateurs et quelques détails pratiques de construction.

Un nouveau poste émetteur en Turquie.

Ancara, capitale de la nouvelle Turquie vient d'être dotée d'un nouveau poste travaillant sur 1.575 m., qui émet tous les jours de 17 heures à 20 heures 30 (H.E.C.), les auditions musicales alternant avec les nouvelles de demi-heure en demi-heure.

Les ondes courtes en Styrie.

Depuis un an la gendarmerie de Styrie a réalisé un réseau d'ondes courtes (40-50 mètres) sur de petites distances (20 à 70 kilomètres) qui donne entièrement satisfaction, bien que cette région soit plutôt défavorable au trafic par ondes courtes étant donné les mauvaises conditions atmosphériques. Les postes mobiles sur auto prennent part à ce réseau particulier avec succès.

L'enseignement des langues vivantes par le disque.

La T. S. F. permet d'entendre des émissions de toutes les parties du globe, malheureusement aucun appareil ne peut traduire les langues étrangères, il est donc nécessaire si l'on veut utiliser pleinemnet les avantages de la T. S. F. d'apprendre les langues étrangères. Or les usages de la T. S. F. n'ont pas toujours les loisirs nécessaires pour aller suivre des cours, il faut que le professeur se déplace et qu'il soit là lorsqu'on en a besoin. Le disque résout ce problème.

La Société Audio-Vox a réalisé plusieurs séries de disques combinés avec des gravures expliquées qui permettent d'apprendre à parler et à comprendre les langues. Un autre avantage du système est que le professeur ne se fatigue jamais et peut reprendre aussi souvent qu'on le désire la même leçon.

Films-parlants.

Les premiers films parlants furent exécutés en anglais. L'Amérique ayant comme débouché l'important marché des pays de langue anglaise, ne se préoccupa tout d'abord pas de la reproduction en langues étrangères mais le peu d'empressement que montrèrent les pays étrangers pour les films parlants en anglais obligea les firmes d'Amérique à étudier la question de la reproduction en langues étrangères.

Tout d'abord on essaya de synchroniser le film muet avec des dialogues en langue étrangère enregistrés uniquement au point de vue sonore, les résultats furent médiocres surtout pour les personnages de premier plan.

Enfin on vient d'arriver à la solution suivante: faire tourner simultanément avec des décors identiques autant de films que de langues dans lesquelles les productions doivent être données. A cet effet plusieurs firmes américaines viennent de passer des contrats avec des sociétés françaises et anglaises pour établir les éditions continentales des films parlants américains.

La campagne contre le bruit.

Il n'y a pas qu'en France que cette campagne est menée, en Autriche elle l'est par les dirigeants de la Radio eux-mêmes. Ils invitent instamment les amateurs à modérer la force des réceptions de manière à ne gêner personne en ajoutant « in fine » que l'audition en haut-parleur est toujours plus pure lorsqu'elle est plus faible et ne dépasse pas le ton de la conversation entre gens bien élevés.

Sonneries de cloches par haut-parleur.

Un village de Cornuailles vient de trouver une application plutôt inattendue du haut-parleur. La commune étant trop pauvre pour faire réparer le carillon de l'église, a passé marché avec un marchand de phonographes qui à heure fixe fait tourner des disques de cloches qui sont diffusés à l'aide d'un haut-parleur installé dans le clocher.

« RADIO-REVUE » N° 6

Le Poste émetteur de poche.

Tel est le titre d'un article qui parle des dernières recherches effectuées sur les ondes ultra-courtes.

Il s'agit tout d'abord des travaux de Hahnemann et de ses systèmes de téléphonie avec ondes de 6 m. et de 3 m. qui ont donné d'excellents étsultats aux courtes distances et dont les postes émetteurs et récepteurs sont facilement transportables.

D'autres expériences concluantes ont été faites dans ce royaume des ondes « pré-optiques » (de 10 m. à 10 cm.). La portée varie avec la portée optique théorique et peut atteindre 100 km. si l'un des postes est beaucoup plus élevé que l'autre. Ces ondes sont presque inaltérables par les parasites atmosphériques. Elles sont facilement dirigées grâce à l'emploi de miroirs paraboliques. Elles sont susceptibles de modulations de fréquence très élevées. Bien qu'elles soient particllement absorbées par le brouillard elles conservent tout de même une certaine puissance qui permet de l'employer pour la signalisation des voies ferrées ou des bateaux.

Digitized by Google

Postes émetteurs et récepteurs sont construits suivant les principes généraux des postes à ondes courtes; des schémas illustrent l'article.

Cet article donne également un aperçu des résultats obtenus en télégraphie et téléphonie avec les rayons infra-rouges, c'est-à-dire en descendant la gamme des longueurs d'onde jusqu'à quelques dix-millièmes de millimiètre. Ces ondes qui diffèrent si peu des ondes lumineuses visibles ont sur elles l'avantage de ne pas être influencées par la teneur de l'atmosphère en vapeur d'eau et d'être secrètes.

Les recherches faites par la Société Electrotechnique de Berlin sur ces ondes laissent entrevoir dans un avenir très proche, des réalisations pratiques du plus haut intérêt.

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU. VIENNE.

Prix d'installation et d'exploitation des usines hydro-électriques.

En un article très clair et rempli d'exemples, le Dr Ornig donne un procédé commode pour établir à l'avance les frais d'installation et d'exploitation pour les usines hydro-électriques; c'est-à-dire voir si l'ensemble du capital à immobiliser dès le début aura un rapport suffisant lorsque toute l'installation fonctionnera.

Communications en plusieurs langues à la Conférence Internationale de l'Energie de Berlin 1930.

La question des langues crée de grosses difficultés dans les conférences internationales qui, à l'heure actuelle, sont à l'ordre du jour. Jusqu'ici les orateurs s'exprimaient dans une des quelques langues admises comme officielles pour la conférence et, des traducteurs reprenaient la communication dans les autres langues. Ce qui occasionnait forcément un certain désordre et une grosse perte de temps; pour obvier à ces inconvéneints, la salle de réunion de la Conférence Internationale de l'Energie a été équipée d'une façon particulière, qui permet aux assistants d'entendre du premier coup, dans la langue choisie parmi les trois officielles, la communication faite en une autre langue par l'orateur.

Le principe de l'organisation est le suivant: en dessous de la tribune sont installés les interprètes qui traduisent au fur et à mesure devant un microphone isolé, le microphone est relié à un réseau de fils aboutissant à chacune des places des assistants, qu'au moyen d'un casque téléphonique et d'un jeu de fiches peuvent entendre la communication dans la langue qu'ils possèdent le mieux. Pour permettre l'emploi continu du système, il existe un double jeu de microphones et d'interprètes.

—o—

ARGENTINE

« REVISTA TELEGRAFICA ». Buenos Ayres. Mai 1930

L'amplification parfaite. — Par J. Sar.

Dans un cours exposé illustré de schémas et photographies du montage étudié, l'auteur fait entrevoir les avantages réels de l'amplification à couplage direct Loftin-White sur les circuits employés encore à l'heure actuelle. Le degré d'amplification atteint par les montages haute fréquence modernes exige un perfectionnement parallèle de la liaison basse fréquence pour constituer un récepteur vraiment efficace.

L'amplificateur dont toutes les valeurs sont communiquées comprend deux étages en push pull entièrement alimentés en alternatif. Lampes utilisées types E. 442 à chauffage indirect (bien que du type HF, ces tubes sont employés en raison de leur coefficient d'amplification élevé) premier étage, et C. 443 (deuxième étage) à chauffage direct.

Le couplage direct basse fréquence, loin d'être une nouveauté, fut utilisé dans les premiers temps de la T. S. F. et le véritable intérêt du Loftin-White réside dans la disposition de l'alimentation générale.

Le schéma décrit par l'auteur ne fait pas appel à la classique résistance potentiométrique, les alimentations « A » et « B » sont nettement distinctes et tout effet d'accrochage en basse fréquence est éliminé. Deux appareils de tension anodique sont nécessaires ; l'un, le plus faible sert également à alimenter le récepteur et comporte à cet effet un filtre particulièrement efficace, l'autre, plus puissant, peut se contenter d'un filtrage moins poussé et alimente seulement le dernier étage de puissance.

Un milliampèremètre en série dans la plaque permet de connaitre à chaque instant le débit du courant anodique et de prévenir ainsi toute distorsion.

L'alimentation des récepteurs par le courant redressé. — Par L. Chrétien.

Dans le cours d'un article écrit spécialement pour la grande Revue Argentine, l'auteur expose d'une façon très claire les conditions que doivent remplir les circuits utilisés et les organes entrant dans la réalisation de ceux-ci.

Le filtrage du courant de chauffage, en raison du débit élevé qu'il est appelé à fournir, est plus délicat que celui destiné aux plaques. Pour réduire le prix de revient et l'encombrement la self a généralement une faible valeur (1/25 à 1/10 d'henry) et les capacités atteignent ou dépassent 2.000 m.f.

Le système redresseur utilisé est exclusivement celui par contacts cuivre-oxyde de cuivre. Les inconvénients résultant du chauffage des lampes d'un récepteur par l'alternatif redressé et filtré peuvent ainsi être résumés :

1° Parasites de la ligne perçus avec intensité ;

2° Effet directif du cadre diminué ou même annulé ;

3° Tension du courant variable suivant le débit ;

4° Grande influence des variations de tension du secteur.

L'auteur développe successivement les inconvénients relatés et recherche les remèdes à apporter.

Le secteur se comporte à la fois comme cause perturbatrice directe (étincelles) et collecteur d'onde efficace. L'énergie haute fréquence captée par ce secteur agit sur le circuit récepteur en traversant le transformateur abaisseur par suite de la capacité entre enroulements primaire et secondaire. Il importe donc de réduire cette capacité au minimum, pour cela différentes méthodes ont été préconisées et parmi celles-ci la présence d'un blindage entre enroulements P et S constitué par une feuille métallique placée entre deux autres isolantes. Cet écran est relié à la terre.

Un filtre diminuera encore ou fera même disparaître l'importance des parasites. Ce filtre est composé de deux selfs de 200 spires sur un diamètre de 60 à 70 mm. (diamètre du fil déterminé par la puissance du transformateur c'est-à-dire l'intensité circulant dans son primaire) chacune en série sur un fil entre le transformateur et le compteur. En parallèle sur la ligne entre les selfs et le compteur sont disposés deux condensateurs de 1 m. f. en série dont le point central est connecté à la terre.

La variation de tension suivant l'intensité absorbée est déterminée par les résistances additionnées du secondaire du transformateur, de l'organe de réglage lui-même (rhéostat), du redresseur, et des inductances du filtre haute fréquence, cette résistance totale est donc calculable si on connait les différents éléments et atteint habituellement une vingtaine d'ohms; dans ces conditions une variation de 0,1 amp. occasionne une variation de 2 volts. Un survoltage de 4 à 6 volts peut amener la mise hors service de toutes les lampes. On peut diminuer certaines de ces résistances (secondaire du transformateur, inductances, rhéostat de réglage) mais on ne peut guère agir sur celle du groupe redresseur qui est loin d'être négligeable.

On peut imaginer un dispositif de protection et parmi ceux-ci celui « compund » constitué par un noyau magnétique à deux enroulements, l'un traversé par le courant alimentant le primaire du transformateur, l'autre par le courant continu redressé: le coefficient d'induction d'une self à fer dépend de l'induction magnétique dans le noyau si le champ magnétique dans celui-ci est faible, l'autoinduction est très grande et vice versa, elle devient nulle si le fer est saturé.

Malheureusement la réalisation d'un tel « compund » est difficile en raison de l'induction de l'un des enroulements sur l'autre, partant du ronflement qui résulterait. Il existe cependant des moyens de tourner la difficulté et le filtrage peut éliminer dans une certaine mesure les composantes alternatives.

En déterminant toutes les constantes on peut réaliser un système d'alimentation « A » sur alternatif redressé et filtré dont les valeurs extrêmes ne dépassent pas 4,5 volts à vide et 3,9 volts en pleine charge.

La régularisation des tensions fournies est un point important sur lequel l'auteur ne manque pas de s'arrêter et qu'il développe de la façon suivante:

Les deux dispositifs redresseur-filtre haute tension par valve et basse tension par groupe sec étant connectés en parallèle pour constituer une boite d'alimentation complète, les tensions fournies sont susceptibles de varier si la tension du réseau varie elle-même, cas très fréquent. Une tension anodique peut passer très facilement de 80 à 130 volts et une tension de chauffage de 3,8 à 4,5 volts, la stabilité du récepteur est alors compromise. On peut utiliser une lampe régulatrice constituée par un filament de fer dans l'hydrogène, ce métal ayant la propriété d'avoir une résistance plus grande lorsque sa température augmente. Pour une lampe Métal de ce type, entre 25 et 75 volts aux bornes, le courant absorbé reste fixé à environ 0,5 ampère. On devra donc utiliser un transformateur dont le primaire sera calculé pour travailler sous 110-50 = 60 volts. Le secteur pourra passer de 85 à 135 volts sans que les tensions données par le circuit redresseur filtre varient sensiblement.

Digitized by Google

BOURSE DE PARIS du 15 Octobre au 7 Novembre

COURS DES MERCREDI ET VENDREDI

DESIGNATION DES VALEURS	15	17	22	24	29	31	5	7
Accumul. électr. Dinin. ..... ex-c. 32	374	375	390	375	380	375	351	355
Alsthom (const. élec. et méc.).. c. 1 att.	1110	1125	1155	1164	1154	1135	1125	1080
Applications industrielles. . . . . ex-c. 25	641	645	660	645	639	635	601	615
Bretonne d'électricité (Sté). ... ex-c. 7	534	522	532	555	535	560	553	540
Câbles télégraphiques. . ..... ex-c. 20	300	322	363	370	375	383	380	355
Centre électr. act. 500 fr..... ex-c. 16	1531	1500	1475	1480	1500	1480	1460	1460
Distrib. électr. de l'Ouest. ..... ex-c. 10	1075	1040	1068	1040	1040	1035	1000	971
Eclair. force électr. (250 fr.).... ex-c. 10	1510	1560	1620	1555	1505	1500	1400	1400
Edison (C° Continentale) B.... ex-c. 66	1270	1275	1295	1310	1276	1304	1265	1281
— parts de fondateur. . ..... ex-c. 43	1580	»	1600	1550	1510	1505	1430	1430
Electricité de Caen. . ..... ex-c. 32	581	601	600	603	586	605	595	580
Elec. et gaz de la B. Moselle.. c. 10 att.	509	510	505	530	515	515	515	600
Elect. de Limoges . ..... ex-c. 38	505	500	520	520	510	»	500	493
Elect. de Paris. . ..... c. 24 att.	1515	1530	1585	1534	1515	1500	1390	1400
— parts. . . .. c. 24 att.	17900	18145	18385	18400	18000	17550	17900	17205
Elect. de la Seine, parts..... ex-c. 1	8750	8850	9180	9200	8900	8860	8850	8600
Elect. du Nord (C°)..... ex-c. 24	972	970	956	955	950	906	605	896
Energ. Elect. (C° Cent. d').... c. 19 att.	1175	1196	1229	1200	1195	1180	1165	1150
— Basse Loire R. . ..... ex-c. 10	874	850	894	885	889	860	860	»
— Haute-Garonne. . . .... c. 1 att.	570	569	558	555	»	550	»	530
— Sud-Ouest ord. . ..... ex-c. 17	1538	1520	1525	1520	1520	1505	1500	1440
— — prior. . . . . ex-c. 10	»	1526	1520	1520	1536	1510	1510	1455
Est électr. ord. . ..... ex-c. 11	1080	1080	1160	1100	1115	1113	1100	1065
Force et Lumière. . ..... ex-c. 21	451	470	481	489	477	470	439	438
Générale Electr. (Nancy) A. .. c. 5 att.	185	180	185	181	181	182	180	180
— — B. . . . ex-c. 3	»	»	»	255	255	260	260	268
Havraise d'énergie. . ..... ex-c. 39	1460	1450	1460	1465	1475	1460	1425	1360
— act. de jouiss. . ..... ex-c. 37	1200	1229	1225	1201	1195	1160	1156	1151
Hydro électr. d'Auvergne. ..... ex-c. 19	1530	1490	1540	1517	1520	1515	1528	1470
Ind. Electr. (Sté Générale)..... c. 22 att.	1106	1100	1115	1120	1105	1075	1080	1025
Lorraine d'électr. (C°). . ..... ex-c. 14	480	485	494	490	490	480	490	475
Nantaise d'écl. et force. ..... ex-c. 26	640	645	639	625	625	627	600	586
— priorité. . . .. ex-c. 10	600	610	611	610	607	620	609	594
— parts. . . .. ex-c. 11	1640	1720	1775	1731	1750	1750	1750	1780
Radio électrique. . ..... ex-c. 17	195	193	198	205	210	201	205	208
Radio France, act. B. . ..... ex-c. 6	503	504	505	519	515	510	512	501
— parts. . . .. ex-c. 4	71	77	75	75	75	73	75	73
Société Gramme. . . .. ex-c. 33	»	1215	2050	»	2095	2035	1950	1940

N. B. — Nous nous contentons de reproduire les cours donnés par les Cotes quotidiennes. Aussi nous déclinons toute responsabilité quant aux cours mentionnés que nous publions sous toute réserve et sans garantie.

Digitized by Google

ATTENTION.... LECTEURS....

La Revue « Radioélectricité et Q. S. T. Français réunis » vous prie de lire attentivement les lignes suivantes :

De multiples remaniements ont fait de notre publication un organe non seulement international, une carte vous l'explicitera sous peu, mais aussi une revue traitant toutes les questions touchant de loin ou de près l'électricité.

Vous avez pu vous rendre compte de l'extension extraordinaire qu'elle a prise actuellement.

Pour lui donner encore plus de relief, nous vous demandons votre collaboration, et nous vous la proposons sous les deux formes suivantes :

1) D'une part, voulez-vous nous envoyer les noms et adresses de vos amis que notre revue pourrait intéresser. Nous offrirons des primes à ceux d'entre vous qui nous procureront les listes les plus longues, en publiant ces listes dans nos colonnes.

2) D'autre part en remplissant les bulletins ci-joints nous nous ferons cadeau d'un abonnement de six mois, dès que les cinq bulletins portant abonnement chacun pour un an nous seront parvenus, si vous êtes abonné, ce service pourra être reporté à l'expiration de votre abonnement ou cédé à un autre lecteur, le prix vous en étant acquis.

Est-il besoin d'insister sur la nature de cette revue ? sous une couverture brillante, malgré des lignes sobres et d'un goût moderne, elle comprend de très nombreuses rubriques techniques allant du phonographe à l'aviation, le tout signé d'ingénieurs connus. Nous nous efforçons de vous tenir au courant des progrès mondiaux les plus nouveaux.

Mais surtout dites-vous bien que nous cherchons chaque jour à améliorer nos colonnes, le tirage est clair et le repérage des matières aisé. Collaborez avec nous pour rendre notre revue encore supérieure en augmentant notre tirage. Nous vous offrirons un numéro de Noël dont nous ne pouvons encore que vous dire qu'il sera digne de vos espérances ; vous trouverez sous peu des précisions à ce sujet.

Collaborez tous avec nous. Les progrès de la technique ne peuvent être que le résultat du travail de la collectivité intelligente.

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

NOM	PRÉNOM	ADRESSE

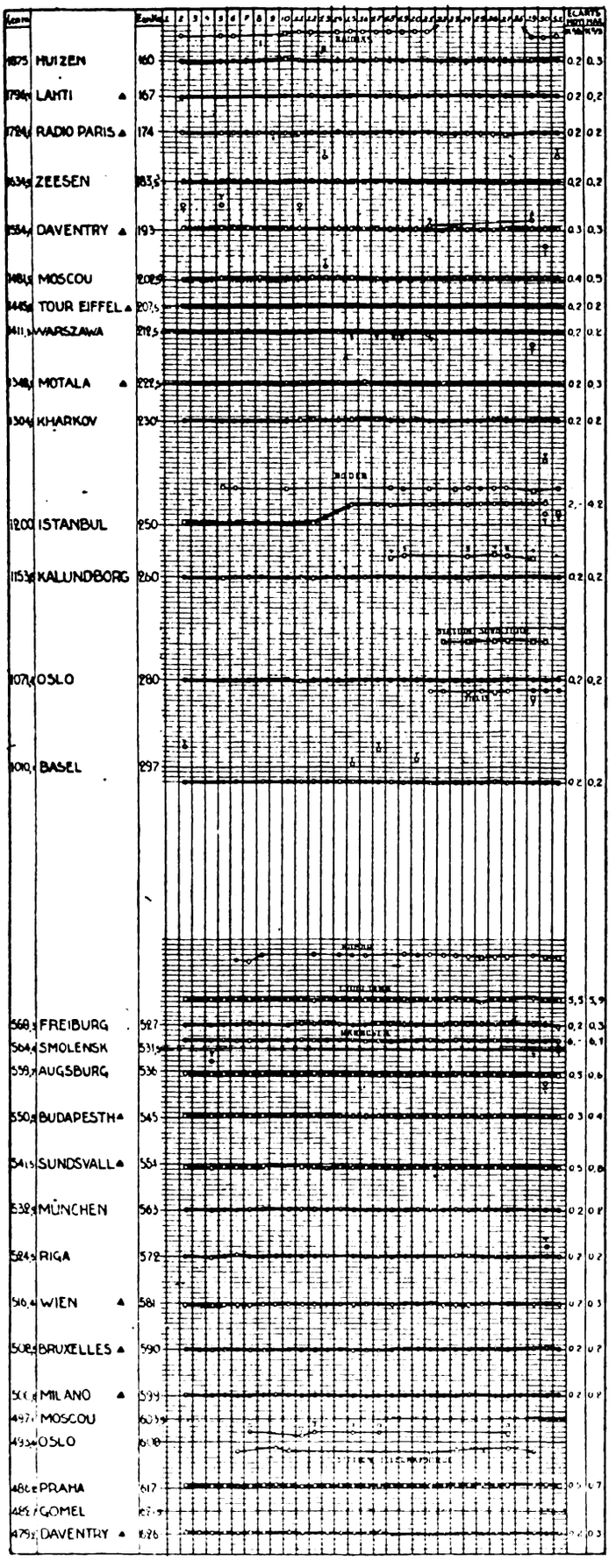
NOM	PRÉNOM	ADRESSE

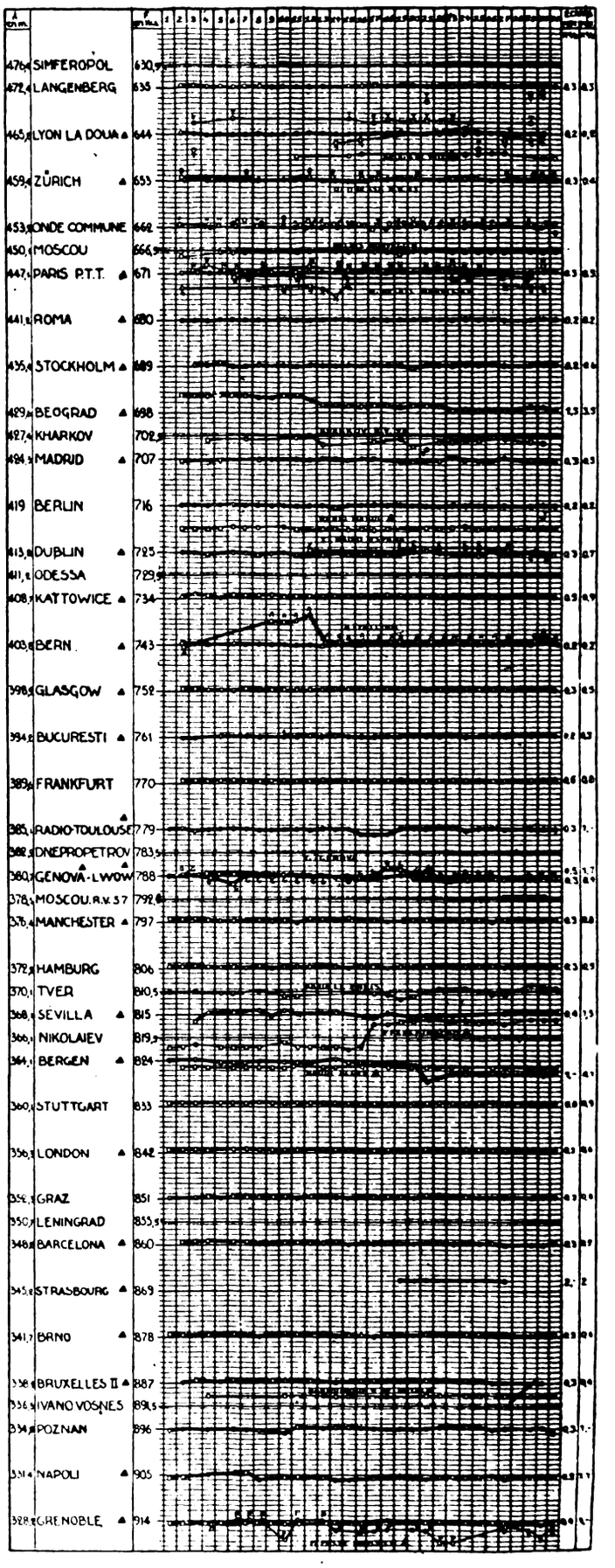
NOM	PRÉNOM	ADRESSE

Digitized by Google

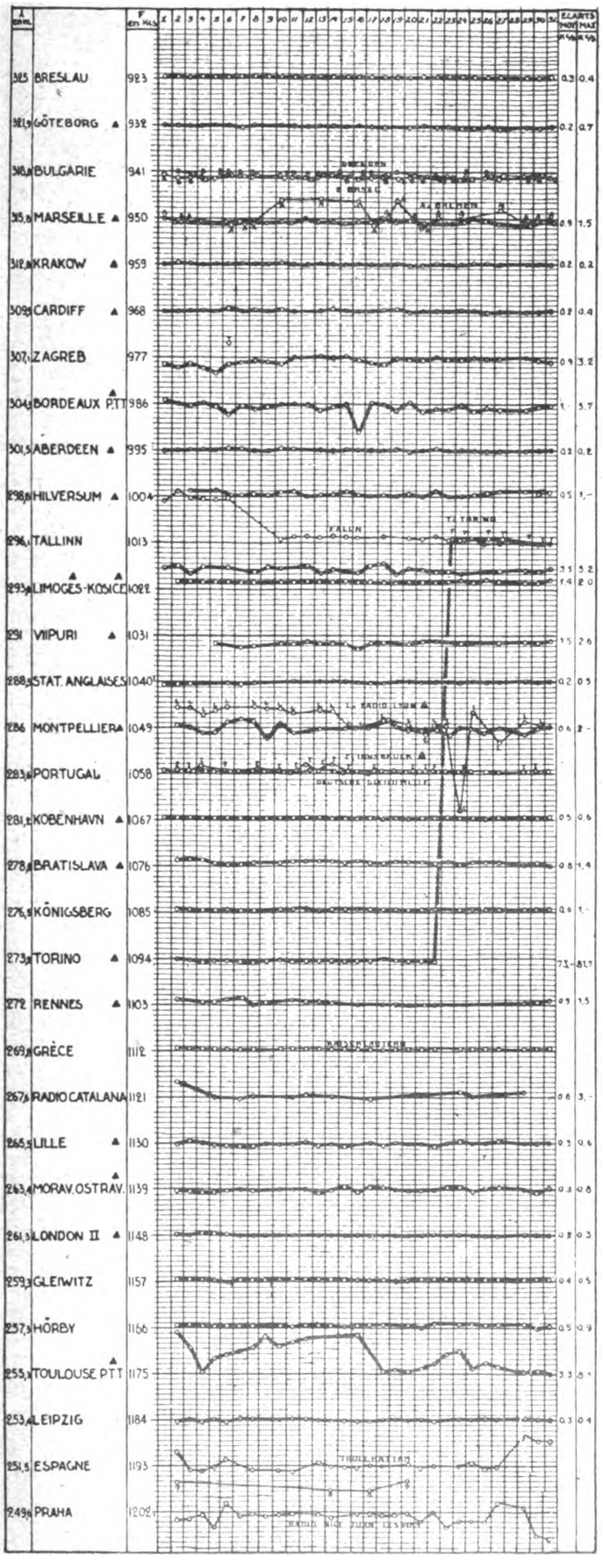
Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission

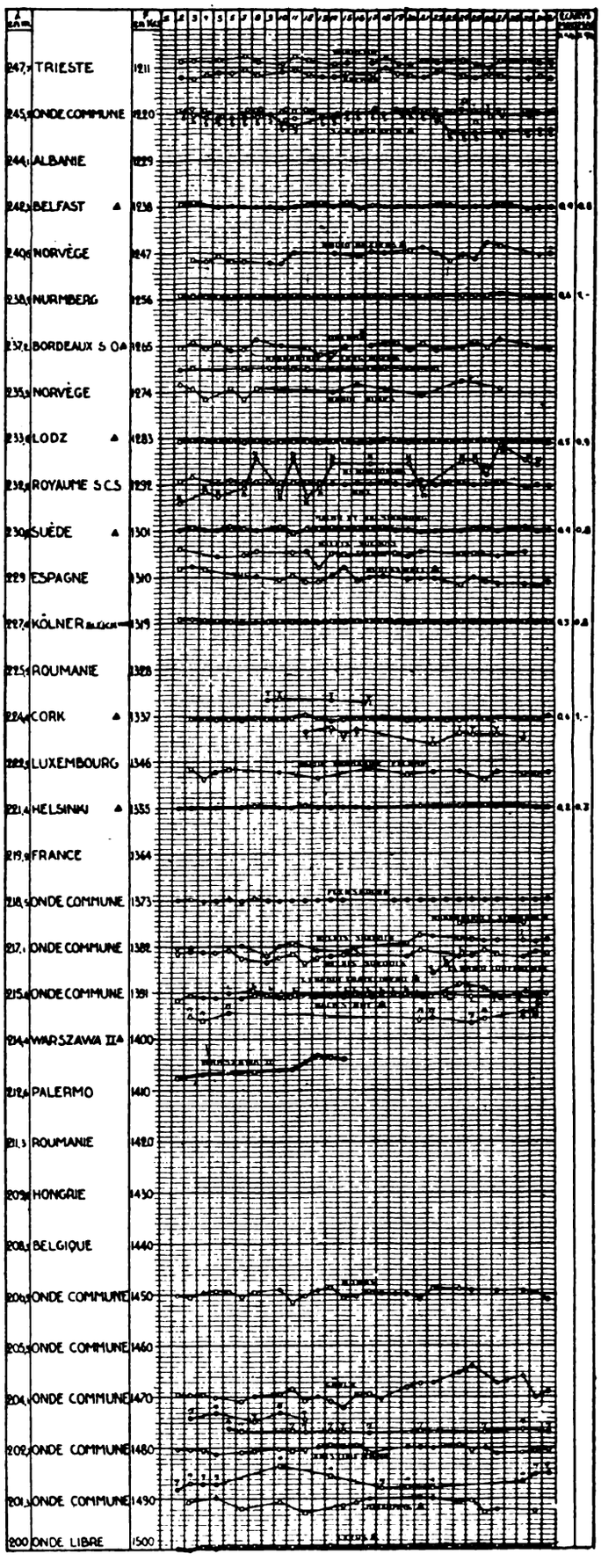
Rapport N° 42 -- Octobre 1930





Digitized by Google





Bruxelles, le 5 Novembre 1930.

Le Président de la Commission Technique, Directeur du Centre de Contrôle,
Raymond BRAILLARD.

Digitized by Google

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

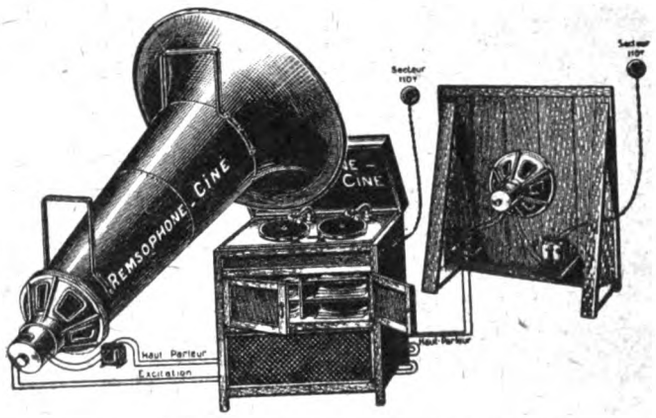
Type Grande Puissance pour Cinés - Fêtes Foraines - Dancing

Agence Générale France et Colonies :

Raymond FERRY

59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (X^e^) Téléphone : Nord 60-56



Installation sonore avec dynamique GÉANT HÉGRA à partir de 8.200 frs.

L'installation parlante et sonore

REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opérama, 30, Boulevard Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

L'AMPLIFICATEUR d'abord...

FULLVOX

a fait breveter en France et à l'Étranger

L'AMPLIFICATEUR double

à rétroaction équilibrée en pont de Wheastone et sans valves.

Puissance - Pureté et suppression du bruit de fond.

Etabl. FULLVOX. *7, rue de Tracy PARIS*

Amateurs -- Constructeurs

Réalisez facilement le meilleur poste 3 lampes-écran avec le nouveau

BLOC-ÉCRAN M-P 30

créé par le bobinage " *Le Gabion* "

PRIX : **150 francs** (Taxe comprise)

Un seul bloc d'accord

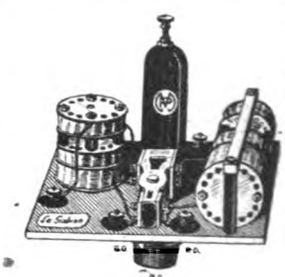
Réglage stable

Sélectivité parfaite

Aucun crachement

Notices et schémas franco

Téléph. : Odéon 07-98



Etabl. M. PARDESSUS, *56, rue Monge PARIS (5e)*

MATÉRIEL POUR CHANGEUR DE FRÉQUENCE

OSCILLATRICE

TRANSFORMATEUR M.F. ACCORDÉ

UNIC

SELF DE CHOC

TRANSFORMATEUR B.F.

notice franco

RIBET et DESJARDINS

CONSTRUCTEURS

10, Rue Violet . PARIS. XVe

BR 49

Digitized by Google

LENZOLA

Haut-Parleur

le plus musical

●

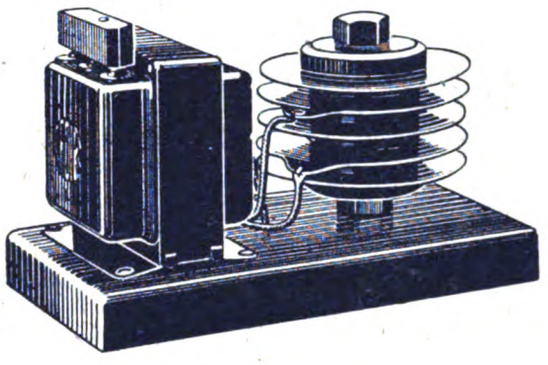
4, r. Camille-Tahan, PARIS (18e)

Téléphone : MARCADET 40-60

REDRESSEURS

CROIX-CUIVREX

Pour l'Alimentation totale



Condensateurs :

FILTRAD-MULTIVOLT

Établ. ARNAUD S. A.

3, Impasse Thoreton PARIS 3, rue de Liège

Un nom..., Une marque...

EIFFELLA

BOUHOURS, 14, r. de Bretagne

Maison de confiance, créée en 1923

Tous récepteurs, 1 à 7 lampes, à des prix raisonnables

■

4 lampes en ordre de marche	**995** fr.
6 lampes Super sur cadre, en ordre de marche	**1.525** »
La pile EIFFEILLA (à auto-régénération)	
45 volts, à fiches	**20** »
90 volts, à fiches	**40** »
90 volts, à fiches triple capacité pour Super	**80** »

RADIOFOTOS

PAR SES LAMPES A CHAUFFAGE DIRECT OU INDIRECT

EXIGEZ

SUR UN "POSTE SECTEUR"

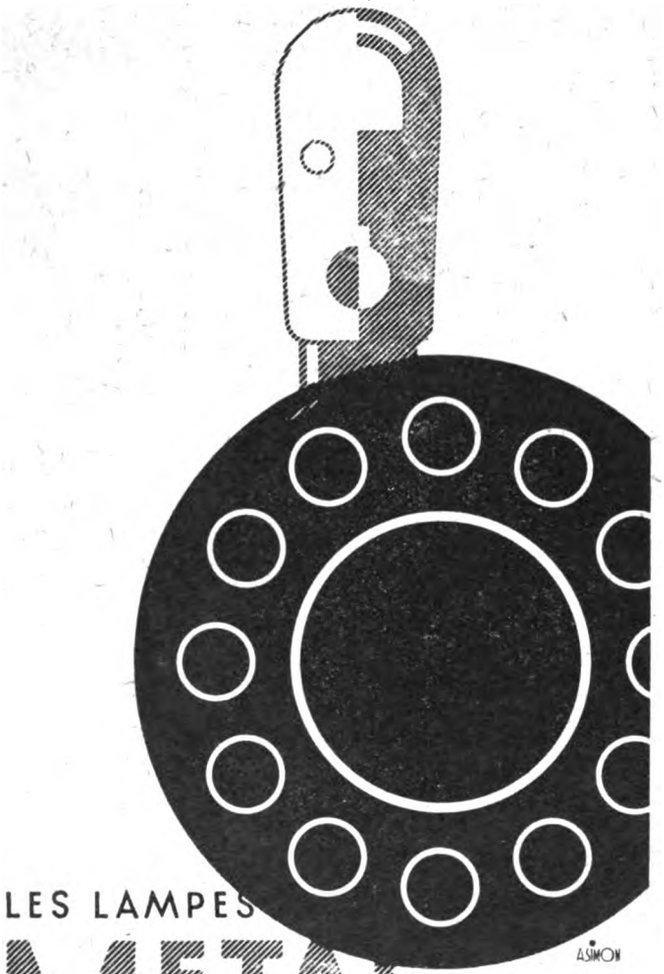
UN JEU DE LAMPES "RADIOFOTOS SECTEUR"

SEUL CAPABLE D'UNIR : **PUISSANCE, PURETÉ** ET **RÉGULARITÉ**

Série 4 Volts									
RADIOFOTOS	S.M.4	S.4150	S.440	S.415	D.9	D.100	F.10	F.5	F.100
USAGES	Bigrille oscillatrice	HF.MF à écran	HF.MF	Détect. 1re B.F.	B.F.	Triode B.F.	B.F. 2e étage	B.F. 2e étage	Triode 2e étage

Digitized by Google

UNE MARQUE, UN EFFORT!



LES LAMPES

METAL MAZDA

RADIO

OFFRIRONT AUX AUDITEURS DE TSF AU COURS DE LA SAISON 1930-1931

17 RADIO-CONCERTS DE GALA

MACHINES ÉLECTRIQUES SPÉCIALES

Michel BONNIER

19, chemin Saint-Gilbert, LYON (VIIe arr[t])
Téléphone : Vaudrey 24-09

Construction sur commande de machines
POUR TOUTES LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

Générateurs, Moteurs, Alternateurs
Transformateurs et Convertisseurs rotatifs
Puissance de 0,01 à 100 kw.

BONNIER LYON

MACHINES POUR T. S. F.

Alternateurs à FRÉQUENCE MUSICALE-GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU JUSQU'A 10.000 VOLTS - Génératrices à plusieurs circuits magnétiques indépendamment réglables - Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux - Transformateurs statiques.

MACHINES pour LABORATOIRES et APPLICATIONS INDUSTRIELLES ou MÉDICALES

GROUPES CONVERTISSEURS UNIVERSELS POUR PLATE-FORME D'ESSAIS ET POUR ÉTALONNAGE DE COMPTEURS — DÉCALEURS DE PHASES — DYNAMOS-FREINS — ALTERNATEURS ET COMMUTATRICES — MOTEURS SYNCHRONES — MOTEURS DE TRACTION — MOTEURS A VITESSES LENTES ET A TRÈS GRANDES VITESSES — RÉGULATEURS D'INDUCTION — GÉNÉRATRICES A GRANDE INTENSITÉ POUR ÉLECTROLYSE

Toutes nos machines étant exécutées sur commande sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

TOUTES SITUATIONS

Ingénieurs | Radio télégraphistes
Sous-Ingénieurs | Monteurs
Marine Marchande, Aviation, Stations S. S. F.
(France et Colonies)
Radiophonie
Préparations militaires (Aviation, Génie, Marine)

T.S.F.

ET

ÉLECTRICITÉ

Cours du Jour — du Soir — par Correspondance
SERVICE DE PLACEMENT

École Pratique de Radioélectricité

Fondée par les Grandes Compagnies Françaises de T. S. F.

57, Rue de Vanves, 57 — PARIS (14e)
TÉL. SÉGUR 58-82

LA PLUS GRANDE ÉCOLE FRANÇAISE DE T.S.F.

DEMANDEZ LA NOTICE B

Digitized by Google

T.S.F

Pour la parfaite audition

LA PILE RIEN QUE LA PILE

LA PILE HYDRA

sécurité pureté économie

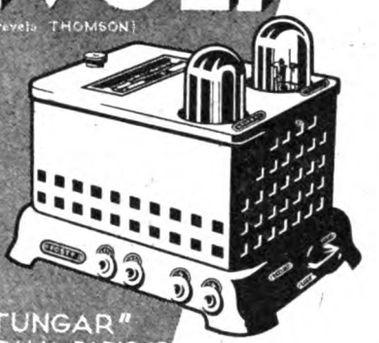
SANS-FILISTES..

l'entretien des accumulateurs est pratiquement supprimé grâce à la RECHARGE SIMULTANÉE des batteries de 4 et 120 volts au moyen du redresseur

Tungar"

BIVOLT

(Brevets THOMSON)



service des redresseurs TUNGAR"
14, RUE VASCO DE GAMA. PARIS.15

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000.000 **ALS-THOM**

Le plus grand choix de Pièces détachées ;

POSTES COMPLETS de grandes Marques

se trouvent réunis aux

ETABLISSEMENTS

RADIO SOURCE

82, Avenue Parmentier
PARIS (XIe)

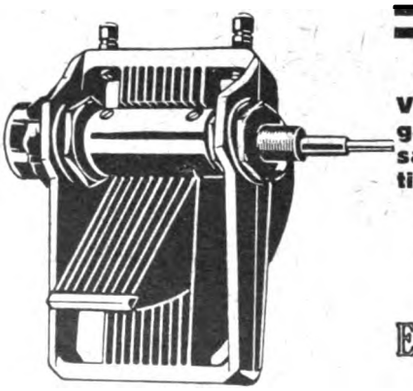
Spécialité de Postes-Secteurs, boîtes d'alimentation totale et systèmes d'électrification de tous postes.

Demandez nos catalogues

VARDEX

Présente pour la première fois sur le marché son CONDENSATEUR moulé métallique équivalant à une pièce prise dans la masse.

Prix : 42.50



Modèle Breveté

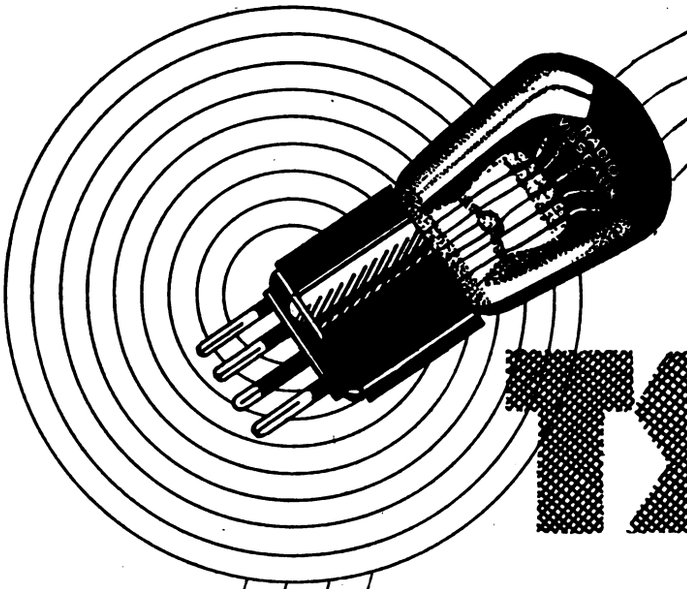
Chaque pièce VARDEX est garantie et essayée à sa sortie de l'usine.

Ets VARDEX

36, Boul. de la Bastille
PARIS

Digitized by Google

LA LAMPE **VISSEAUX-RADIO**



TXF

EST MONTÉE AVEC PRÉCISION
"A LA FRANÇAISE"

P.A.L.

FABER
ING. CONSEIL E.C.P.
11 bis RUE BLANCHE
PARIS (9e)
TRINITE 22-74

BREVETS
D'INVENTION

MARQUES
MODELES
TOUS PAYS

CONSULTATIONS
GRATUITES

Digitized by Google

TROIS NOUVELLES ÉTUDES
DE PAUL BERCHÉ

Le Cadre
Le Supradyne B G P
Le Bloc d'alimentation totale sur alternatif

Chaque brochure
2 fr. *(Port en plus)*

permettant de réaliser l'ensemble récepteur moderne le plus simple, le plus pur, le plus sensible qui soit.

Publications et Éditions Françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2e

LES LOIS

Ribot-Loucheur

sur les

Habitations à bon marché

et les

Logements à Loyers modérés

par

M. CABIROL

Avocat à la Cour d'Appel

Prix : **7 fr. 50**

FRANCE, COLONIES :
Franco recommandé - 8 fr. 55

Publications et Éditions Françaises
de T. S. F. et Radiovision
53, RUE REAUMUR **PARIS (2e)**

Super C-119

par

P. BERCHÉ

Le volume . . . . . **7 fr.**

FRANCE, COLONIES :
Franco recommandé .. **8 fr. 05**
ÉTRANGER :
Franco recommandé .. **9 fr. 40.**

Publications et Éditions Françaises
de T. S. F. et Radiovision
53, RUE RÉAUMUR PARIS (2e)

Digitized by Google

Importante Baisse de Prix

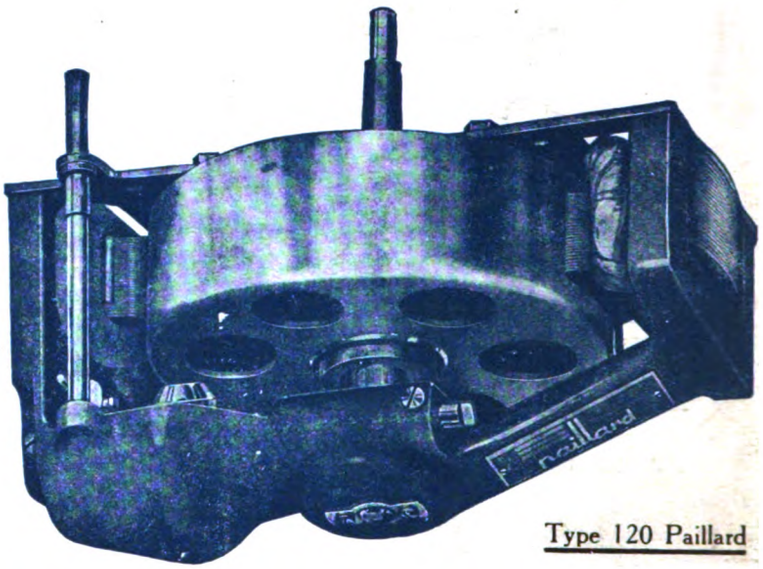
Le Moteur **Paillard**
est un moteur
d'induction
à attaque directe

Autrement dit —
C'est un moteur

sans engrenages,
ni balais,
qui par conséquent
ne s'use pas,
ne fait pas de bruit,
ne réclame aucun entretien et
ne crée aucun parasite

Le moteur idéal pour machines parlantes

Simple, précis, compact, silencieux, robuste



Type 120 Paillard

Le seul qui tourne "ROND"

paillard

Modèles pour :
100-130, 130-180 et 200-250 volts
25-35 et 45-60 périodes
et spécial pour films sonores à
33 1/3 — 78 tours minute
avec prise de synchronisation

Caractéristiques:

Consommation : 17-32 watts
Echauffement maximum : 35° au-dessus de l'ambiant.
Couple résistant : Pick-up de 250 gr. à 15 % du centre
Variations de vitesse maxima :
0.275 pour une variation de 5 % de voltage
0.2 pour une variation de fréquence de 10 %
Dimensions : 195×125×115 m/m. Poids Kgs h. 200

Références :

Plus de 11.000 moteurs de ce type ont été vendus en France depuis le 15 Novembre 1929

Plus de 600 constructeurs, parmi lesquels toutes ***Les premières marques de France*** montent leurs appareils avec le Moteur PAILLARD

DEMANDEZ NOS NOUVEAUX TARIFS

DÉPOSITAIRES EXCLUSIFS :

Société Anonyme des Etablissements SAMOK

6, rue MARC-SEGUIN, PARIS (18e) — Téléphone : Nord 56-09 et Nord 10-13

AGENTS DÉPOSITAIRES : **H. BEUVE**, 155, rue Dom-Pedro **Cherbourg** ; **DELOCHE**, Bd. d'Haussonville, **Nancy** ; **FLOURON**, 6, rue Louis-Faure, **Lille** ; **LAMBLAIN**, 87, Cours Gambetta **Lyon** ; **LESPINE**, 35, rue Benjamin-Fillon, **Fontenay-le-Comte** ; **ROSSIN**, Bd. Gambetta, Soissons. **Radio-Phénix**, 1, rue Eugène-Robe, **Alger** ; **SABATHÉ**, 229, rue Mouneyra, **Bordeaux** ; **VEILLARD**, 78, rue Léon Bourgeois, **Marseille** ; **VEDRI**, 30, rue St-Dominique, **Clermont-Ferrand** ; **ZERNIN**, 3, rue Sidi-el-Bouni, **Tunis**.

LES PRESSES MODERNES
Ateliers à Reims et à Arras

Publications et Éditions françaises
— de T.S.F. et Radiovision —
55, Rue Réaumur, PARIS
— Le Gérant : Oscar GEAY —

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 032448984

Digitized by Google